

C2



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑪ EP 0 573 503 B 1

⑩ DE 692 32 869 T 2

⑮ Int. Cl. 7  
G 06 F 9/44  
G 06 F 17/40  
G 01 R 13/04  
G 01 R 29/00  
G 01 R 13/34

- ⑲ Deutsches Aktenzeichen: 692 32 869 6
- ⑳ PCT-Aktenzeichen: PCT/AU92/00076
- ㉑ Europäisches Aktenzeichen: 92 905 546 5
- ㉒ PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 92/015959
- ㉓ PCT-Anmeldetag: 25. 2. 1992
- ㉔ Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: 17. 9. 1992
- ㉕ Erstveröffentlichung durch das EPA: 15. 12. 1993
- ㉖ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: 11. 12. 2002
- ㉗ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 4. 9. 2003

DE 692 32 869 T 2

- ⑭ Unionspriorität:  
486991 28.02.1991 AU
- ⑬ Patentinhaber:  
Associative Measurement Pty. Ltd., North Ryde,  
New South Wales, AU
- ⑫ Vertreter:  
Patent- und Rechtsanwälte Bardenhe, Pagenberg,  
Post Altenburg, Geissler, 81679 München
- ⑪ Benannte Vertragsstaaten:  
AT, BE, CH, DE, ES, FR, GB, IT, LI, LU, NL

- ⑩ Erfinder:  
WILLIAMS, Victor, Donald, Balmuir, AU; KEEBLE,  
Brian, John, Neutral Bay, AU; OATES, David, John,  
Quakers Hill, AU; CAMROS, Guillermo, Alejandro,  
North Rocks, AU

⑨ WISSENSCHAFTLICHES EMULATORGERÄT

DE 692 32 869 T 2

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel 173 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

05.03.02

-1-

692 32 869 6-08

Associative Measurement PTY. LTD.

6. März 2003

S 17755 EP/DE AI/PSp/bb

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf wissenschaftliche Instrumente und insbesondere auf einen Emulator, welcher die Funktionen verschiedener wissenschaftlicher Instrumente erlaubt, wenn sie verbunden sind, emuliert oder reproduziert zu werden, ohne eines Kaufes, einer Installation, einer Verbindung und eines Tests der verschiedenen wissenschaftlichen Instrumente zu bedürfen. In ihrer bevorzugten Form erlaubt die vorliegende Erfindung, dass Messungen gemacht werden und Messprozesse verwendet werden, welche nicht möglich waren, gemacht zu werden und verwendet zu werden mit den verbundenen Instrumenten.

#### HINTERGRUNDTECHNIK

In vielen Handlungsfeldern, die eine wissenschaftliche Grundlage haben, werden wissenschaftliche Instrumente verwendet, um die Ausgaben verschiedener Vorrichtungen zu analysieren, aufzuzeichnen und zu überwachen. Solche Vorrichtungen schließen Spannungsmesser, elektrokardiographische (ECG) Vorrichtungen, Mikrofone und Druck, Temperatur, Durchflussraten und ähnliche Messwandler ein. Entsprechend werden solche wissenschaftlichen Instrumente im Bauingenieurwesen, in der Elektrotechnik, der Akustik, dem hydraulischen Ingenieurwesen, in chemischen Prozessen, im biomedizinischen Ingenieurwesen, usw. verwendet.

Eine große Zahl solcher wissenschaftlicher Instrumente ist im Allgemeinen erforderlich, um die gewünschten Messungen durchzuführen. Solche Instrumente schließen Generatoren ein für verschiedene Wellenformen (wie z.B. Sinus, Quadrat, Rampe und Dreieck), Signalverarbeitungsvorrichtungen, wie z.B. Differenzieratoren, Integratoren, Filter, Multiplizierer, usw., Analysierer, wie z.B. solche, die

03.03.02

erforderlich sind, um die schnelle Fourier-Transformation durchzuführen, und verschiedene Aufzeichnungsvorrichtungen, wie z.B. ein Diagramm-Aufzeichner, ein Datenschreiber, ein Kathodenstrahl-Oszilloskop oder ein Übergangsaufzeichner.

Solche Instrumente oder Vorrichtungen sind verhältnismäßig teuer und so besitzt jede Forschungseinrichtung oder ähnliche Organisation nur eine beschränkte Anzahl solcher Vorrichtungen. Dementsprechend gibt es einen erheblichen Wettbewerb unter Personen oder Gruppen innerhalb solcher Organisationen, welche die Vorrichtungen zu benutzen wünschen. Wenn man die Vorrichtungen erhalten hat, um den vorgesehenen Betrieb durchzuführen, ist es notwendig, dass diese Vorrichtungen gemeinsam angeordnet, verbunden und gefestigt werden, um sicher zu stellen, dass die Verbindungen richtig sind. Nur wenn diese Prozedur durchgeführt worden ist, ist es dann möglich, den vorgesehenen Betrieb aufzunehmen.

Nach dem Stand der Technik ist bekannt, Instrumente bereit zu stellen, die im Wesentlichen weitfortgeschrittene Kathodenstrahl-Oszillographen sind. Ein solches Instrument wird unter dem Namen SUPERSCOPE von G.W. Instruments aus Summerville, Ma, USA, 02143, verkauft und erlaubt, Wellenformen durch eine im Wesentlichen einen Speicheroszillographen darstellende Vorrichtung aufzunehmen und ebenso auf einem APPLE (registriertes Warenzeichen) Macintosh (registriertes Warenzeichen) Computer anzuzeigen. Diese Vorrichtung scheint jedoch keine Instrumente zu emulieren, sondern sie nimmt lediglich die Ausgabe solcher Instrumente auf und speichert sie zur darauf folgenden Anzeige.

Es ist auch bekannt, Software zur Datenerfassung zu verwenden. Ein solches Programm, das von LABTECH aus Wilmington, Ma und San Francisco, Kalifornien, USA, angeboten wird, ist eine graphische Schnittstelle, die wiederum Signale annimmt von verschiedenen Hardware-Elementen, die sich außerhalb des Computers befinden. Die Software sammelt Daten von mehrfachen Kanälen, führt eine Analyse durch und, falls nötig, eine Reduktion der Daten und erzeugt Anzeigen.

Diese Aktivität ist in Echtzeit verfügbar. Es wird wiederum kein Versuch gemacht, die Funktion wissenschaftlicher Instrumente zu emulieren. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass die graphische Schnittstelle eine Anzahl verschiedener Maschinen miteinander verbindet, anstatt im Wesentlichen in eine Einheit integriert zu sein.

Ein Datenakquisitions- und Analysesystem, das unter dem Handelsnamen LABVIEW2 von National Instruments aus Austin, Texas, USA, gehandelt wird, ist ebenso bekannt. In diesem System werden Icons verwendet, um sowohl Datenerfassungsfunktionen als auch Datenanalysefunktionen darzustellen. Diese Icons werden verwendet, um ausführbaren Code zu erzeugen, der lediglich von einem Personalcomputer ausgeführt wird, in welchem die Software des Systems geladen ist. Dieses System verwendet keine Hardware, sondern lediglich Software. Die Datenerfassungs- und Analysefunktionen können sequentiell verbunden werden, so dass eine Dateneingabe in den Computer zuerst erfasst und dann analysiert wird. Schließlich werden die analysierten Daten dargestellt. Es sei bemerkt, dass der Computer eingesetzt wird, um die gewünschten Verbindungen zwischen externen Instrumenten herzustellen, aber dass er keine Instrumente emuliert oder ein Programm kompiliert, um die Signalverarbeitungsfunktionen einer Gruppe von miteinander verbundenen Instrumenten zu reproduzieren. Zum Beispiel wird keine Vorkehrung getroffen zur Rückkopplung von einem Icon zurück zu einem anderen im Sinne einer Steuerung. Die niedrigen Verarbeitungsgeschwindigkeiten und die unbestimmte Natur der Multitasking-Umgebung des APPLE (eingetragenes Warenzeichen) Personalcomputers erfordern die Bereitstellung einer Zeit-"Koordinate" zur Begleitung der erfassten Daten.

Dieses System ist ein virtuelles Instrument, d.h. es ist lediglich durch eine Software-Simulation gekennzeichnet und muss im Gegensatz gesehen werden mit dem neuen Konzept einer Emulation. Emulation umfasst flexible, mehrfach verwendbare, wiederprogrammierbare Hardware, die Code ausführt, der von einem



000000

graphischen Compiler bei hoher Verarbeitungsgeschwindigkeit abgeleitet ist, der Echtzeit-Instrumentenemulation erlaubt.

US 4.315.315 bezieht sich auf einen Prozess zur automatischen Erzeugung eines Computerprogramms in einer Maschinen-Assembler-Sprache unmittelbar aus einem zweidimensionalen Netzwerk, welches den Datenfluss und die Steuerlogik darstellt, die verlangt wird, um auf einem angegebenen, allgemein verwendbaren Digitalrechner ausgeführt zu werden. Eine Emulation wird jedoch nicht durchgeführt.

Der Artikel "Using Mathematica in Support of LabView Power in the Laboratory", NORTHCON Conf. Rec. Seattle, WA, USA, 9-11. Okt. 1990, Seiten 353-358, bezieht sich auf eine Graphik-orientierte Computersprache zum Erzeugen von Programmen, welche auf einem Personalcomputer ausgeführt werden. Es wird keine Emulation durchgeführt.

Deshalb ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen wissenschaftlichen Instrumenten-Emulator bereit zu stellen, und ein entsprechendes Verfahren, welche die Funktion von wissenschaftlichen Instrumenten reproduzieren. Diese Aufgabe wird gelöst durch den Emulator gemäß Anspruch 1 bzw. durch das Verfahren gemäß Anspruch 8. Weitere Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen bestimmt.

Die Aufgabe des Emulators ist es, mit Hilfe einer Kombination von sowohl Hardware als auch Software die Funktionen verschiedener wissenschaftlicher Instrumente zu reproduzieren, um damit nicht nur individuelle Funktionen von Instrumenten zu erlauben, die reproduziert werden sollen, sondern erlauben auch, dass solche reproduzierten Funktionen miteinander verbunden werden können, so dass der Emulator als Ganzes die gesamte Funktion eines Feldes, das aus miteinander verbundenen wissenschaftlichen Instrumenten gebildet wird, reproduzieren kann.

Eine Anzahl von sehr wesentlichen Vorteilen wird auf diese Weise erreicht. Zu-  
erst werden die Kosten der Vorrichtungen wesentlich reduziert, da die einzelnen  
wissenschaftlichen Instrumente, deren Funktionen reproduziert werden sollen,  
nicht angeschafft werden müssen. Zweitens wird auch eine wesentliche Ersparnis  
in der Einrichtungszeit erreicht, da es nicht notwendig ist, dass solche Instrumente  
von verschiedenen Orten eingekauft und an einem Punkt zusammengebaut wer-  
den müssen und physikalisch verbunden werden müssen mit Kabeln, Steckern,  
Adaptern, usw. Drittens werden die erzielten Ergebnisse dadurch sehr verbessert,  
dass die Ausgabe der Gruppe von miteinander verbundenen wissenschaftlichen  
Instrumenten nicht nur in Echtzeit angezeigt werden kann, sondern sie zusätzlich  
in Echtzeit verarbeitet wird und sie kann ebenso gespeichert werden zur nachfol-  
genden Manipulation, Analyse und Bewertung. Schließlich können die Ergebnisse  
von gleichzeitigen oder parallelen Messungen leichter aufeinander bezogen wer-  
den, so dass die Zwischenbeziehungen zwischen Messungen gesichtet werden  
können, insbesondere in komplexen Systemen.

Die Erfindung ist dargelegt im angefügten Vorrichtungsanspruch 1 und im Ver-  
fahrensanspruch 8.

Vorzugsweise sind die Instrumenteneinheiten jeweils dargestellt durch einen ent-  
sprechenden Icon, der angezeigt werden kann auf dem Videoanzeigebildschirm wäh-  
rend des Betriebs des Installationsprogramms, um es dem Operator zu erlauben,  
die gewünschte Instrumentationseinheit auszuwählen und in dem Feld zu platzie-  
ren.

Der Compiler erzeugt im Speicher eine Anzahl von verschiedenen Programmen,  
welche das Feld von Instrumentationseinheiten darstellen. Diese Programme sind  
auf dem Prozessor im Computersystem verteilt, um das gewünschte Feld von In-  
strumentationseinheiten zu emulieren. Vorzugsweise sind die vom Compiler er-  
zeugten Programme im Speicher gespeichert, um vorkonfigurierte Instrumentati-

onsfelder zu erzeugen, welche sofort in der Lage sind, gewünschte Verarbeitungsfunktionen auszuführen. Diese Programme speichern das akkumulierte intellektuelle Werk des Benutzers.

Vorzugsweise ist die Anzahl von Prozessoren, Videogeneratoren und Analogsignalmodulen erweiterbar, um den gewünschten Grad von Komplexität und/oder Verwendbarkeit des Feldes von Instrumentationseinheiten zu erreichen.

Dem Analogsignalmodul steht ein elektrisches Echtzeitsignal zur Verfügung, welches verwendet werden kann, um andere Hardwareelemente zu betreiben oder anzusteuern. Vorzugsweise stellt es sowohl einen analogen als auch digitalen Ausgang bereit.

Die Ein-/Ausgabe des wissenschaftlichen Instrumentenemulators ist vorzugsweise auch zugänglich von anderen Ressourcen, welche innerhalb des Computers verfügbar sind, einschließlich Netzwerk-Kommunikationsschnittstellen (RS232, ETHERNET, etc.) und Busschnittstellen, wie z.B. IEEE-488, GPIB, ISA und EISA. Diese Ressourcen können unabhängig bereit gestellt werden durch den Käufer oder OEM's (original equipment manufacturers).

Die Daten, welche in dem Speichermittel gespeichert sind, stehen vorzugsweise auch für den Daten-Export zur Verfügung zu verschiedenen Standard-Computerpaketen, wie denjenigen, die unter den Handelsmarken EXCEL, LOTUS und AXUM verkauft werden, wobei die angesammelten Daten manipuliert werden können für eine nachfolgende graphische Darstellung und zur Tabellierung, um die Berichterzeugung zu vereinfachen.

Gemäß eines zweiten Gesichtspunkts der vorliegenden Erfindung wird ein wissenschaftliches Instrument offenbart zum Messen und Aufzeichnen elektrischer Wellenformen, wobei das Instrument einen Computer umfasst, der eine Zentraleinheit und elektronische Speichermittel aufweist, welche in einem Gehäuse

000000

untergebracht sind, wobei das Gehäuse die Bereitstellung von mindestens einem Floppy-Disk-Schacht umfasst, und eine Vielzahl elektrischer Verbinder, die untergebracht sind in dem Raum, der vorgesehen ist für einen Floppy-Disk-Schacht, wobei die elektrischen Verbinder verbunden sind mit dem Speichermittel.

5

Gemäß eines dritten Gesichtspunktes der vorliegenden Erfindung wird ein Kompilierverfahren offenbart zum Erzeugen von Objektcode, um die mathematische/Signalverarbeitungs-Prozedur eines elektrischen Schaltkreisfunktionsblocks zu implementieren, der mindestens eine Eingabe aufweist, um daraus eine Ausgabe zu bilden, wobei das Verfahren die Schritte umfasst der Darstellung der Funktion als eine Folge elementarer mathematischer Schritte, von denen jeder selbst unmittelbar darstellbar ist in dem Objektcode, und Anordnen der Objektschritte in eine Folge zur sequentiellen Ausführung, beginnend mit der Eingabe/den Eingaben. Vorzugsweise kann ein Parameter des Funktionsblocks spezifiziert werden. Ebenso offenbart ist ein Kompilierungsverfahren zum Erzeugen von Objektcode, um die mathematischen/Signalverarbeitungsfunktion eines elektrischen Schaltkreises zu implementieren, welche mindestens eine Eingabe und mindestens eine Ausgabe aufweist und gebildet wird durch Verbindung einer Vielzahl von funktionalen Blöcken, von denen jeder eine mathematische/Signalverarbeitungsfunktion aufweist, für welche ein Objektcode kompiliert wurde in Übereinstimmung mit dem Obigen, wobei das Verfahren die Schritte aufweist der Darstellung der elektrischen Schaltkreis-mathematischen/Signalverarbeitungsfunktion als Folge von Ereignissen, von denen jedes darstellbar ist in dem Objektcode, und Anordnen der Objektschritte in einer Folge zur sequentiellen Ausführung, beginnend mit der Eingabe/den Eingaben.

10

15

20

25

### BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nun beschrieben werden, unter Bezugnahme auf die Zeichnungen, in welchen:

30

Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm der Hardwaremodifikationen ist, die an einem IBM-PC erforderlich sind,

Fig. 2 ein Blockdiagramm des Analogmoduls von Fig. 1 ist,

Fig. 3 ein Schaltkreisdigramm von einem von identischen Relais von Fig. 2 ist,

Fig. 4 eine schematische Karte der Speicheranordnung innerhalb des Computers ist,

Fig. 5 ein Blockdiagramm der Echtzeit-Video-gedruckten Schaltung von Fig. 4 ist,

Fig. 6 eine Bildschirmanzeigenaufstellung der Icons ist, die verschiedene Instrumentationseinheiten darstellen, die innerhalb des Bibliotheksprogramms gespeichert sind,

Fig. 7 ein typisches Feld ist, welches durch Verbindung der verschiedenen Instrumentationseinheiten gebildet wird,

Fig. 8 ein Blockdiagramm eines vergleichsweise einfachen Feldes ist, das nützlich ist in biomedizinischen Anwendungen,

Fig. 9 eine Wiedergabe der Bildschirmanzeigefenster ist, die dem Feld von Fig. 8 entsprechen,

Fig. 10 ein Feld ist, das eine lineare Interpolation bildet,

Fig. 11 die Ausgabe der drei Bildschirmanzeigen zeigt, die in Fig. 10 veranschaulicht sind.

09-03-02

Fig. 12 ein Feld ist, welches eine phasenverriegelte Schleife bildet,

Fig. 13 die Ausgabe von den drei Bildschirmanzeigen, veranschaulicht in Fig. 12, zeigt.

Fig. 14 ein Feld ist, welches eine analoge Lösung bereit stellt für eine Differenzialgleichung zweiter Ordnung.

Fig. 15 die Ausgabe der beiden Bildschirmanzeigen, veranschaulicht in Fig. 14, zeigt und.

Fig. 16 ein komplexeres Feld ist.

Die Anhänge I-IV listen verschiedenen Programmfragmente auf, die nachfolgend beschrieben werden.

### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

Es sei jetzt auf Fig. 1 Bezug genommen, worin die Vorrichtung der bevorzugten Ausführungsform ganz enthalten sein kann innerhalb des Gehäuses 1 eines herkömmlichen IBM (eingetragenes Warenzeichen) Personal Computers, der einen ISA oder EISA Bus aufweist auf der Basis des ursprünglichen IBM AT. Innerhalb des Gehäuses 1 sind die üblichen Komponenten untergebracht von einer Zentraleinheit (CPU) 2, einem Speicher 3 und einem 8MHz Bus 4.

Innerhalb eines Reserve 5 1/4-Zoll-Floppy-Disk-Einschubs ist ein Analogmodul 6 untergebracht, auf welchem bestimmte Eingabestecker 7, bestimmte Ausgabestecker 8 und allgemeine Ein-/Ausgabelinungen 9 für Verstärker, Frequenzzähler, Abtastaktsynchronisierung, digitale Eingaben und Ähnliches montiert sind.

Auf dem Bus 4 befinden sich 4 Schlitz für gedruckte Schaltkreiskarten 9. Die 4 PC-Karten 9 sind bezeichnet mit A, B, C bzw. D. Die drei benachbarten PCBs A bis C einschließlich stellen jeweils einen Master-PCB, einen Slave-PCB und einen Video-PCB dar. Der Video-PCB treibt seinerseits eine bekannte VGA-gedruckte Schaltkreiskarte D, die von Tseng Labs verkauft wird, welche eine 800 x 600 Auflösung in 256 Farben bereit stellen kann. Diese PC-Karte D wird direkt verbunden mit dem Videoanzeigeschirm 10.

Innerhalb des Analogmoduls 6 befinden sich folgende Systemressourcen:

1 VIER isolierte (optionale) analoge i/p-Kanäle. Jeder Kanal weist eine programmierbare 9-120dB-Verstärkungsleistung auf (3 Mikrovolt Auflösung 0 Signal zu Rauschverhältnis von eins), programmierbare Anti-Alias-Filterung und eine ADC-Umwandlung mit 12-Bit-Auflösung. Jeder Kanal kann AC- oder DC-gekoppelt sein mit langen AC-Kopplungszeitkonstanten (2 Minuten) und weist unabhängige Steuerungen für AC- oder DC-Offsets auf, die gesteuert werden können von den Laufzeitbildschirmen. Die Abtastrate kann 15 KHz pro Kanal (abhängig von der Projektverarbeitungslast) betragen und die Zahl der Analogmodule, die mit der gleichen Slave-Prozessorkarte verbunden sind. Die Eingaben sind auf 3,5 KV Gleichstrom isoliert.

2 ZWEI Analogausgaben mit einem Spannungsbereich von +/- 10 V und einer Stromstärke von +/- 100 mA. Diese können verwendet werden zur Vorspannung von Spannungsmessern (AC- oder DC-getrieben), Steuerausgaben, etc.

3 VIER auswählbare analoge Ausgaben von hohem Niveau, eine von jedem der obigen Verstärker. Diese treiben digitale FM-Band-Recorder an, um selten auftretende Ereignisse zu speichern zur Wiedergabe in dem Prozessor (2).

09.03.02

-11-

VIER auswählbare Eingaben von hohem Niveau zu jedem der obigen Verstärkerkanäle. Das System wird in diesem Modus geschaltet zum Wiedergeben von Ereignissen, welche im Ausgabemodus auf Band genommen wurden.

5. 4. ACHT Bits einer Masse-referenzierten digitalen Eingabe.

5. ACHT Bits einer digitalen Ausgabe, die verwendet werden kann für Relais-Treiber oder Ereignisindikatoren.

10. 6. EINE Frequenzgeneratorausgabe (Takgenerator) 0-2 MHz 0,1% Genauigkeit.

7. EIN Ereigniszähler/Frequenzzähler Eingabe 0,1 Hz - 3 MHz.

15. 8. EINE 5 Volt Referenz 100 mA  $\pm$  5% (für Spannungsmesser, etc.).

9. EINE Abtasttaktausgabe-Referenzleitung zum Synchronisieren einer Abtastung zwischen mehreren wissenschaftlichen Instrumentenemulatoren der bevorzugten Ausführungsform.

20. 10. EINE Abtasttakteingabe-Referenzleitung zum Synchronisieren einer Abtastung von einem "Master"-wissenschaftlichen Instrumentemulator (zur Verwendung mit "Slave"-Emulatoren), und.

25. 11. FÜNF Massekabel.

Das Analogmodul 6 und die PC-Karten 9 sind alle durch verschiedene Hilfsbusse 11, 12, 13 bzw. 14 verbunden.

30. Wie in Fig. 2 zu sehen, wird das Analogmodul 6 von Fig. 1 bereit gestellt mit vier analogen Ein-/Ausgabeverbindern 20, vier analogen Eingängen 21, zwei analogen



Ausgänge 22, einem Frequenzausgabezehlereingang 23, einem Taktansgang 24, einem 8-Bit-digitalen Eingang 25, einem 8-Bit-digitalen Ausgang 26, einer 5 Volt-Referenzspannung 27 und einem Slave-Synchronisierausgang 28.

5. Jeder der analogen Eingänge 21 ist verbunden über einen Frontendverstärker 31 mit einem Isolator 32, dessen Ausgang verbunden ist mit einem Relais 33. Das Relais 33 ist auch mit den analogen Ein-/Ausgabeverbindern 20 und einem Verstärker 34 verbunden, welcher eine programmierbare Verstärkungsleistung, eine AC/DC-Kopplung aufweist und einen AC-Corner und einen DC-Offset aufweist.
10. Die Ausgabe des Verstärkers 34 wird ihrerseits zu einem Abtast- und Halteschaltkreis 35 geleitet, dessen Ausgabe empfangen wird von einem analogen Multiplexer 36. Die Ausgabe des Multiplexers 36 wird über einen A/D-Wandler 37 zu dem Hilfsbus 11 geleitet, der die analogen Module 6 und die PC-Karte 9B verbindet.

15. Der Betrieb der Verstärker 34 und der Abtast- und Halteschaltkreise 35 wird gesteuert von einer digitalen Steuereinheit, einem Adress-Dekodierer und einem A/D-D/A-Sequenzierer 39, welcher sowohl Daten vom Bus 11 als auch Abtasttakt- und Sequenzierertaktsignale empfängt. Die Steuereinheit/Dekodierer/Sequenzierer 39 gibt auch über D/A-Wandler 40 zu den analogen Ausgängen 22 über einen Ausgabeverstärker 41 aus.

Der Frequenzzählereingang 23 bzw. Taktansgang 24 kommunizieren direkt mit einem Zähler 42, der seinerseits direkt mit dem Hilfsbus 11 kommuniziert.

25. Jeder der digitalen Eingänge 25, der digitalen Ausgänge 26, Referenzspannung 27 und des Slave-Synchronisierausgangs 28 ist verbunden mit einem digitalen Ein-/Ausgabeschaltkreis 43, der seinerseits direkt mit dem Hilfsbus 11 verbunden ist.

30. Die Taktanordnungen des Schaltkreises, der in Fig. 2 veranschaulicht ist, sind in zwei Sequenzen geteilt. Die erste Sequenz betrifft die digitale Eingabe und Aus-

09-03-02

13

gabe. Wenn es vom Programm verlangt wird, wird diese digitale Eingabe und Ausgabe in Gang gesetzt durch individuelle Befehle von einer im Wesentlichen herkömmlichen Datenerfassungssteuereinheit, die einen Teil des Slave-Prozessors auf PCB-9B (Fig. 1 und Fig. 4) bildet.

Die zweite Sequenz ist der Fluss digitaler Daten, die umgewandelt wurden von analogen Eingaben oder die umgewandelt werden sollten, um analoge Ausgaben bereit zu stellen. Diese digitalen Daten werden empfangen und abgeschickt unter der Steuerung der Steuereinheit/Dekodierer/Sequenzierer 39, die voreingestellt werden kann, um die erforderliche Zahl ankommender oder abgehender analoger Kanäle zu betreiben. Der Controller/Dekodierer/Sequenzierer 39 führt einen vollständigen Zyklus des Eingebens und Ausgebens oder einer Sequenz in jeder Abtastperiode aus und er führt dies mit minimalem Prozessoraufwand durch und erhöht auf diese Weise die Betriebsgeschwindigkeit des Datenerfassungs-Controllers, auf den oben Bezug genommen wurde auf dem Slave-Prozessor von PCB-9B.

Andere Funktionen des Schaltkreises von Fig. 2, wie z.B. die Frequenz, die ausgegeben werden soll als die Taktausgabe 24, der "Bereich" der Frequenz, der gezählt werden soll von Frequenzzahlereingang 23, und irgendein Synchronisationssignal, welches erforderlich ist für das Slave-Synchronisationssignal 28, werden eingestellt zu Beginn der Ausführung des graphischen Compiler-Programms durch geeignetes Angeben des entsprechenden Icons.

Fig. 3 veranschaulicht im Detail die Natur des Relais 33, das zwischen zwei Positionen geschaltet werden kann. In der gezeigten Position wird die Eingabe vom analogen Eingang/Ausgang 20 zum Verstärker 34 geführt, womit die analogen Eingänge 21 isoliert sind. In der alternativen Stellung wird der Eingang von den analogen Eingängen 21 zu dem Verstärker 34 geführt, aber er wird auch als Ausgang verfügbar gemacht am analogen Eingang/Ausgang 20.

Fig. 4 ist eine bildhafte Darstellung der Prozessorarchitektur, die eine Speicherkarte beinhaltet. der Host-Computer 22 mit seinem zugeordneten Speicher 3 ist verbunden mit dem Video-PCB 9C, welches seinerseits mit dem Slave-PCB 9B verbunden ist.

Wie angegeben in Fig. 4, können bis zu 8 analoge Module 6 verbunden werden zu jeder PCB 9B und bis zu 4 Slave-PCBs 9B können hinzugefügt werden.

Die Speicherkarte ist im Wesentlichen dreidimensional, wobei der Speicher 3 des Host-Computers 2 überlappt und damit zugänglich ist mit den anderen Abschnitten des Schaltkreises, die den Speicher verwenden.

Ein Blockdiagramm des Video-PCB 9C ist veranschaulicht in Fig. 5. In diesem Diagramm sind die Verbindungen zwischen dem herkömmlichen Videografikadapter (VGA) des Host-Computers hergestellt über den herkömmlichen VGA-Verbinder 50. Die Verbindungen zwischen dem Host-Computer 2 und dem Video-PCB 9C werden über Bus 4 geführt. Ebenso werden die Verbindungen zwischen dem Video PCB 9C und jedem der Slave-PCBs 9B über Bus 13 geführt wie oben angegeben in Fig. 1.

Daten, die entweder vom Bus 4 und/oder 13 empfangen werden, werden über einen logischen Dual-Port-Schaltkreis 51 zu einem Zuerst-ein-zuerst-aus (FIFO)-Puffer 52 geführt. Der FIFO 52 gibt an einen logischen Feldschaltkreis 53 aus, der drei getrennte wahlfreie Speicher aufweist: einen horizontalen RAM 54, einen vertikalen RAM 55 und einen statischen RAM 56.

Der Ausgang des logischen Felds 53 wird über den Vergleich 57 zu einem Videogenerator 58 geführt und dann zu dem VGA-Verbinder 50. Zusätzlich empfängt das logische Feld 53 auch drei Signale von dem VGA-Verbinder in Form von horizontalen Synchronisationspulsen, vertikalen Synchronisationspulsen und einem Punkt-Takt.

Im Wesentlichen nimmt das logische Feld 53 die Daten, die über Busse 4 und/oder 13 geliefert werden, auf und berechnet Pixel, um die einzelnen Pixel zu ersetzen, die von dem Videografikadapter (VGA) 12 erzeugt werden, und es stimmt mit Multimedia-Standards überein zur Kommunikation des Videobildes auf Bus 14.

Der Speicher 3 (Fig. 1 und 4) weist eine Bibliothek von Instrumentationseinheiten auf. Davon wird jede dargestellt durch ein Icon, und Fig. 6 liefert einen Eindruck des Bereichs von Instrumentationseinheiten, die ausgewählt werden können von einer gegebenen Bibliothek. Durch Verwendung einer Maus in bekannter Art kann der Operator ausgewählte Instrumentationseinheiten verbinden aus der Icon-Liste von Fig. 6, um ein Feld zu bilden von miteinander verbundenen Instrumentationseinheiten, veranschaulicht in Fig. 7. Während der Erzeugung des Felds von Fig. 7 überprüft die Maschine, unter der Steuerung von Software, dass das Feld keine nicht verbundenen Eingaben, logisch nicht akzeptierbare Verbindungen und ähnliche Defekte aufweist. Jeder detektierte Effekt wird angezeigt.

Nachdem das Feld verbunden wurde zur Zufriedenheit sowohl des Operators als auch des Setup-Programms, das während dieser Phase verwendet wird, wird dann ein Compiler-Programm zum Ablauf gebracht, welches aus der grafischen Darstellung des Feldes ausführbaren Objektcode erzeugt, der die gesamte Signalverarbeitungsfunktion des gesamten Felds ausführt. Als Folge davon, wenn in Echtzeit das Eingangssignal angewandt wird auf das Feld, wird/werden das eingehende Signal/die eingehenden Signale manipuliert und der eine oder mehrere Ausgänge des Feldes werden angezeigt in Echtzeit auf den Videofenster, die angezeigt werden können auf dem Schirm 10, gespeichert auf Platte, usw.

Wesentlich für das Verständnis der Art, in welcher das Compiler-Programm arbeitet, ist eine Würdigung, dass jeder Icon selbst ein Minifeld darstellt, das aufgebaut werden kann von sehr fundamentalen Schritten, die ihrerseits leicht von dem

Programm ausgeführt werden können. Wenn z.B. die Grundschritte angenommen werden, Addition und Subtraktion zu sein, dann kann eine Modifikation betrachtet werden als wiederholte Addition und eine Division kann betrachtet werden als wiederholte Subtraktion. Mit diesem Hintergrund vor Augen kann es gewürdigt werden, dass ein Rampenspannungsgenerator erzeugt werden kann von einem Null-Anfangsniveau durch sukzessive Addition von sehr kleinen Inkrementen, bis ein vorbestimmtes Niveau erreicht wird. Dann wird dieses Niveau selbst subtrahiert, um den Null-Startpunkt wieder zu erzeugen. Dann werden die kleinen Additionen wiederum durchgeführt, usw.

Eine Berücksichtigung der verschiedenen Icons, die in Fig. 3 dargestellt sind, wird ebenso auf die Würdigung führen, dass der Icon selbst im Wesentlichen eine graphische Form jeder gewünschten Gestalt darstellt, die entworfen ist, um eine Darstellung einer bestimmten mathematischen oder Signalverarbeitungsfunktion zu überbringen, die sowohl vom Benutzer gesehen werden kann als auch identisch verstanden wird vom graphischen Compiler-Programm. Die Gestalt enthält mindestens einen Eingabeknoten und/oder mindestens einen Ausgabeknoten, die jeweils Eingangs- und Ausgangspunkte für Datenströme darstellen. Zum Beispiel wird ein Addierer, der Eingabeknoten A und B und einen Ausgabeknoten C aufweist, kompiliert, um das Programm  $C = A + B$  zu ergeben. Diese Icon-Elemente, welche lediglich einen oder mehrere Ausgangsknoten aufweisen, werden Quell-Icon-Elemente genannt (z.B. ein Spannungsgenerator), während diejenigen Icons, die lediglich einen oder mehrere Eingabeknoten aufweisen, ein Ziel-Icon genannt werden (z.B. ein Anzeigefenster).

Ein verbindender Pfad, der irgendeinen Ausgabeknoten verbindet und in einem Eingabeknoten endet, wird ein Datenstrom genannt. Der Datenstrom trägt den Datentyp, der mit dem Ausgabeknoten assoziiert wird, und als Folge muss der Eingabeknoten, in welchem er endet, vom gleichen Typ sein. Dies stellt eine zusätzliche Regel dar, welche dem Compiler-Programm eigen ist. Da die Verbindungen zwischen Knoten Datenströme repräsentieren anstelle einer physikali-

ischen Verdrahtung, ist es zulässig, dass die Verbindungen zwischen Icons sich mit anderen Verbindungen oder selbst mit anderen Icons ohne eine nachteilige Wirkung kreuzen. Das rührt daher, dass der Datenstrom einen Ausgabeknoten und einen Eingabeknoten aufweist und nicht von irgendeiner dazwischen liegenden Stelle beeinflusst wird. Die Koordinaten der Quellen- und Zielknoten auf einem beliebigen Koordinatensystem werden verwendet, um Software-"Zeiger" zu erzeugen, zu Quell- und Zieldatenpuffern zur Ausführung der Signalverarbeitungsfunktionen auf den Daten, auf die "gezeigt" wird.

- 10 Ebenso beinhaltet von einem Icon wird eine Icon-Spezifikation, bei der der Icon selbst unzureichend ist, um die gesamte Funktion des Icons zu beschreiben. Zum Beispiel hat ein Verstärker eine Funktion,  $\text{Ausgang} = G \times \text{Eingang}$ , wobei  $G$  die Verstärkungsleistung des Verstärkers darstellt. Um jedoch die Verstärkungsleistung, die vom Benutzer angegeben ist, zu aktivieren, kann die Verstärkungsleistung, eingegeben werden als vorbestimmter Parameter mittels der Icon-Spezifikation.

- Es wird gesehen werden, dass unter Verwendung der obigen Vorgehensweise eine Bibliothek von vorbereiteten Icons vorbereitet werden kann, mit ihrem eigenen Programm, um die mathematische/signalverarbeitende Funktion des Icons auszuführen. Außerdem kann dieselbe Vorgehensweise wieder angewandt werden, wenn es wünschenswert ist, ein Programm zu kombinieren, das mathematische/Signalverarbeitungsfunktionen ausführen soll auf einem Feld, das von miteinander verbundenen Icons gebildet wird. Um ein einfaches Beispiel von einem Feld anzunehmen, sei ein Feld betrachtet, welches zwei Eingaben  $A$  und  $B$  und eine Ausgabe  $C$  aufweist, wobei das Feld aus einem Addierer besteht, der Eingänge  $A$  und  $B$  aufweist und der Ausgang des Addierers verbunden ist mit einem Verstärker, der eine Verstärkungsleistung  $G$  aufweist, wobei der Ausgang des Verstärkers, den Ausgang des Feldes darstellt. Die mathematische/signalverarbeitende Funktion ist  $C = G \times (A + B)$ . Der graphische Compiler der bevorzugten Ausführungsform erzeugt Maschinencodes auf dieselbe Weise
- 20  
25  
30

wie es ein FORTRAN-Compiler tun würde, wenn er im Wesentlichen dasselbe Statement erhält in Source-Code, geschrieben in der FORTRAN-Sprache.

Anhang I stellt ein Programmfragment dar von Code, der es dem Benutzer erlaubt zu entscheiden, was die Icon-Spezifikation sein wird für ein gegebenes Icon. Der "Pop-up"-Fensterabschnitt der Anzeige, in welchem der Benutzer den numerischen Wert/die numerischen Werte, die spezifiziert werden sollen, eingibt, wird ein "Blatt" genannt.

10. Ebenso stellt das Programmfragment von Anhang II ein Beispiel dar von einem Programm, welches verwendet wird zum Kompilieren eines Icons. Der Code, der beim Kompilieren eines Feldes verwendet wird, ist ähnlich.

15. Anhang III ist ein Codefragment, welches ein Beispiel darstellt von einem digitalen Signalverarbeitungs-(DSP)-Implementationscode. Dieser Code erlaubt, dass digitale Signale, welche die Ausgabe von tatsächlichen elektronischen Vorrichtungen replizieren (wie dargestellt durch ein Icon oder ein Feld), erzeugt werden.

20. Schließlich stellt Anhang IV ein Codefragment dar von der Zeitgabe oder der Sequenz, die in der digitalen Signalverarbeitung verwendet werden. Dies stellt die zeitgerechte Vollendung der Berechnungen sicher in der Zeit zwischen aufeinanderfolgenden Abtastungen.

25. Der Betrieb in "Echtzeit" wird unterstützt durch die Art, in welcher analoge Eingangssignale erfasst werden. Der zulässige  $\pm 10$  V Eingangsbereich wird dargestellt durch eine 12-Bit-Zahl und das analoge Eingangssignal wird abgetastet mit einer Abtastfrequenz von 1 bis 60.000 Punkten oder Abtastungen pro Sekunde. Die genaue Abtastfrequenz wird angegeben oder ist auswählbar vom Benutzer.

Als Folge dieses Abtastschemas müssen alle Programmierschritte, die erforderlich sind, um eine bestimmte Funktion eines Icons oder eines Feldes zu emulieren, abgeschlossen sein und damit eine Ausgabe erzeugen in der Zeit, die verfügbar ist zwischen Abtastpunkten. Auf diese Weise wird die Ausgabe für einen gegebenen Abtastpunkt berechnet und damit erzeugt vor der Annahme der Information für den nächsten Abtastpunkt. Diese Prozedur erlaubt einen Echtzeitbetrieb unter der Voraussetzung, dass, wenn die Berechnungszeit die Abtastperiode überschreitet, entweder zusätzliche Computer-Ressourcen in der Form eines zusätzlichen Prozessors und/oder Speichers bereit gestellt werden müssen, um die Berechnungszeit zu vermindern oder die Abtastfrequenz verringert werden muss, womit die Zeit für eine Berechnung erhöht wird. Die zunehmende Prozessleistung moderner Computer bedeutet, dass in der Praxis jegliche Beschränkung der Abtastfrequenz von keiner praktischer Bedeutung ist.

In Verbindung mit dem oben Gesagten wird es ebenso gewürdigt werden, dass die Berechnung, die von dem Computer ausgeführt werden soll, Rückkopplung einer Ausgabe beinhalten kann zu einer Abtastzeit, die dann die Eingabe für eine nachfolgende Berechnung zur nächsten Abtastzeit darstellt. Die nachfolgende Berechnung muss jedoch innerhalb der Abtastperiode abgeschlossen werden.

20

Fig. 8 veranschaulicht zwei verhältnismäßig einfache Felder. Die Eingabe- und Ausgabewellenformen von und zu diesen Feldern sind jeweils in Fig. 9 dargestellt. Man wird sehen, dass die Eingabe und die Ausgabe des ersten Feldes eine analoge Spannung umfassen von einem ECG. Für das andere Feld umfassen die vier Ausgaben die Ausgabe des spannungsgesteuerten Oszillators und die Ausgabe, wenn sie jeweils durch einen Tiefpassfilter, einen Hochpassfilter und einen Bandpassfilter geführt wird. Es sei bemerkt, dass, da diese Felder in keiner Weise miteinander in Beziehung stehen, obwohl all die Wellenformen gleichzeitig erzeugt und/oder dargestellt werden können, es für die Ergebnisse nicht notwendig ist, in irgendeiner Weise verbunden zu sein.

30



Bezug nehmend nun auf Fig. 10 veranschaulicht diese Zeichnung das Feld, das  
zuerst gezeichnet und dann kompiliert wird, um einen linearen Interpolations-  
schaltkreis zu emulieren. Die konstante Spannungsquelle 45 wird angewandt als  
51 Eingang auf drei spannungsgesteuerte Oszillatoren 46-48, die jeweils einen Sinus-  
Wellenausgang, einen Quadrat-Wellenausgang und einen Rampenausgang auf-  
weisen. Die Ausgabe der Sinuswelle wird auf 3 Hz eingestellt, während die Aus-  
gabe der anderen zwei Generatoren 47 und 48 eingestellt wird auf die Abtastfre-  
quenz von 20 Hz. Die Ausgabe des Sinus-Wellenoszillators 46 wird verwendet,  
10 um jede der drei Anzeigen 50-52 anzusteuern. Die Ausgabe des Quadrat-  
Wellenoszillators 47 wird verwendet, um zwei Abtast- und Halteschaltkreise 53,  
54 anzusteuern, die getrennt sind von einem Zeitverzögerungsschaltkreis 55, der  
eine Verzögerung aufweist, die im Wesentlichen gleich ist der Periode zwischen  
dem Abtasten. Dies stellt sicher, dass die Ausgaben der zwei Abtast- und Halte-  
15 schaltkreise 53, 54 die Ergebnisse aufeinander folgender Abtastungen darstellen.

Eine weitere Spannungsreferenz 56 wird eingestellt auf ein Volt und umfasst eine  
Eingabe an einen Verminderer 57. Die lineare Interpolation wird ausgeführt durch  
die zwei Multiplizierer 58, 59 und den Addierer 60. Die Multiplizierer multipli-  
20 zieren den Rampen-Gradienten mit dem richtigen Verhältnis, das bestimmt wird  
durch die Amplitudendifferenzen von aufeinander folgenden Abtastungen, welche  
in den Schaltkreisen 53, 54 gehalten werden.

Die Eingabe Sinuswelle bei 3 Hz, welche die Bildschirmanzeige 50 darstellt, ist  
25 in Fig. 11 veranschaulicht, ebenso wie die abgetastete Sinuswelle, die die Anzeige  
51 darstellt. Die lineare Interpolation, welche erzeugt wird von der abgetasteten  
Sinuswelle stellt die Anzeige 52 dar und ist ebenso veranschaulicht in Fig. 11.

Fig. 12 veranschaulicht ein Feld, welches eine phasenverriegelte Schleife bildet. Eine Spannungsreferenz 61 stellt wiederum die Eingabe eines spannungsgesteuerten Sinuswellenoszillators 62 dar, wobei die Referenzspannung von 61 so gesteuert ist, dass die Frequenz, die vom Oszillator 62 erzeugt wird, eingestellt ist auf 51 Hz. Die Ausgabe des Oszillators 62 wird benutzt, um einen Pulsschaltkreis 63 anzusteuern. Die Ausgabe des Pulsschaltkreises 63 steuert ferner drei Anzeigen 64-66 und bildet das Anzeigesignal für die Anzeige 64.

Zusätzlich wird die Ausgabe des Pulsschaltkreises 63 verwendet, um einen Abtast- und Halteschaltkreis 67 anzusteuern, der einen Eingang aufweist, der gebildet wird vom Ausgang des spannungsgesteuerten Sinuswellenoszillators 68, der so eingestellt ist, dass er eine Mittelfrequenz von 50 Hz aufweist. Die Eingabe des Spannungssteueroszillators 68 bildet die Ausgabe des Abtast- und Halteschaltkreises 67, der im Wesentlichen die Phasendifferenz darstellt zwischen den Signalen von den Oszillatoren 68 und dem Pulsschaltkreis 63. Dieses Fehlersignal wird angezeigt durch die Anzeige 66, wobei die Ausgabe des Spannungssteueroszillators 68 angezeigt wird von der Anzeige 65. Die drei Anzeigen 64, 65 und 66 von Fig. 12 sind jeweils in Fig. 13 erläutert.

Ein Feld zur Lösung einer Differentialgleichung zweiter Ordnung ist veranschaulicht in Fig. 14. Hier werden drei Rückkopplungsschleifen FB1 - FB3 bereit gestellt. Um die Anfangsbedingungen einzustellen, wird eine Spannungsreferenz 70, die auf ein Volt eingestellt ist, verwendet, um eine Eingabe bereit zu stellen an einen Abtast- und Halteschaltkreis 71 und die invertierende Eingabe eines Komparators 72. Die Ausgabe des Abtast- und Halteschaltkreises 71 wird zurückgeführt zum Komparator 72 und ebenso zu einem der beiden Multiplizierer 73, 74. Die Ausgabe der Multiplizierer 73, 74 wird zusammengezählt im Addierer 75 und multipliziert mit der Verstärkungsleistung des Verstärkers 76, bevor sie integriert wird durch den ersten von zwei Integratoren 77, 78. Ein weiterer Verstärker 79 und Multiplizierer 80 vervollständigen den Schaltkreis. Die Ausgaben jedes der

Integratoren 77 und 78 bilden die Wellenformen, die von den beiden Anzeigen 81 und 82 angezeigt werden, welche beide angesteuert werden von der Ausgabe des ersten Integrators 77.

Die Ergebnisse sind veranschaulicht in Fig. 15 und zeigen, dass sowohl die Anfangslösung, die den Anfangsbedingungen entspricht, als auch die Ausgabe, welche die Lösung der Differentialgleichung darstellt, endlos läuft ohne ersichtlicher Verluste oder Gewinne innerhalb der Begrenzung von Quantisierungsfehlern. In einer Realisierung durch einen tatsächlichen elektronischen Schaltkreis, welche die Wirkung der Lösung der Differentialgleichung zweiter Ordnung hervorbringen soll, würde die Verwendung tatsächlicher Kondensatoren in Verlust oder fortschreitenden Abfall oder Anstieg des Ausgabesignals münden. Mit der oben beschriebenen Anordnung gibt es jedoch, weil die Lösung fortwährend berechnet wird, weder einen ersichtlichen Abfall noch einen instabilen Anstieg, der zu einer Sättigung führt. Dies stellt eine wesentliche Verbesserung gegenüber Analogcomputern nach dem Stand der Technik dar.

Fig. 16 ist ein Beispiel eines komplexeren Feldes, das kompiliert werden kann in Übereinstimmung mit der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Es wird aus Fig. 16 ersichtlich werden, dass vier schnelle Fourier-Transformationen, sechs Differenzialsignalgeneratoren, numerische Anzeigen, Balkendiagramme, vier Referenzspannungen, vier 40 dB/Dekadenfilter, ein "Fläche unter der Kurve"-Berechner und verschiedene Komparatoren, Multiplizierer und Ähnliches alle bereitgestellt werden.

Weil die Ergebnisse, wie z.B. die Wellenformen 11, erläutert in Fig. 6, in Speicher gespeichert werden, ist der Benutzer in der Lage, diese gespeicherten Echtzeitergebnisse wieder abzuspielen. Darüber hinaus können verschiedene Abschnitte dieser Ergebnisse extrahiert werden für irgendeinen besonderen Zweck.

und selbst in die Vorrichtung zurückgeführt werden unter Verwendung eines "Von-Platte"-Icons. Dies erlaubt, dass die Signalverarbeitung so angepasst wird, dass ein gewünschtes Merkmal des Eingangssignals detektiert wird. Das gespeicherte Ergebnis kann ebenso fortwährend in Echtzeit wiedergegeben werden oder  
15 schneller oder langsamer, wie gewünscht. Ebenso können Anfangsbedingungen aufgestellt werden unter Verwendung des vorher gespeicherten Ergebnisses von einem ersten Feld als die Anfangseingabebedingung für ein zweites Feld.

Weiterhin können, weil die Ergebnisse gespeichert sind, die gespeicherten Daten  
20 editiert und exportiert werden, auf Spreadsheets, graphische oder statistische Dienstprogramme, wie z.B. EXCEL, LOTUS 123 und Ähnliches. Dies erlaubt es, die graphischen Ergebnisse von Experimenten zu kombinieren mit Text, der die Natur der Experimente und die Natur der Schlussfolgerungen beschreibt.

15 Die Fenster, wie diejenigen, die in Fig. 8 angegeben sind, sind z.B. ebenso kompatibel mit Multimedia-Standards für den IBM PC. Die Spezifikation für den Fenster-Icon kann eingestellt werden, "PAL" zu sein, welches ein herkömmliches Signal von einer Videokamera empfängt, konvertiert und dann das Videosignal auf dem Bildschirm anzeigt. Falls es gewünscht wird, kann dieses Videosignal  
20 geframegrapped werden zu Videodaten, die gespeichert werden können im Computerspeicher. Falls gewünscht, kann das herkömmliche Videokamerasignal auch gleichzeitig auf einem VCR gespeichert werden. Die gespeicherten Videodaten können wieder abgespielt werden auf dieselbe Weise wie jede andere Wellenform, die von der Vorrichtung aufgenommen wurde. Auf diese Weise kann eine Video-  
25 bildkorrelation mit anderen Signalwellenformen erreicht werden. Die Zeitmarke, welche auf das herkömmliche VCR-Videoband aufgebracht ist, wird in dieser Ausführungsform synchronisiert mit den Signaldaten, die von der Vorrichtung aufgenommen und darin gespeichert werden. Diese Anordnung ist besonders vorteilhaft, da sie erlaubt, elektrische Ergebnisse klar zu identifizieren mit der  
30 optischen Aufzeichnung der Ereignisse, welche die Ergebnisse erzeugt haben.

Die Bereitstellung von Icon-Spezifikationen bedeutet, dass die Vorrichtung besonders anpassungsfähig ist. Zum Beispiel kann ein Feld gebildet werden mit einer Ansicht zur Ausführung einer Analyse von z.B. den elektrischen Spannungen, die vom menschlichen Herzen erzeugt werden. Falls als Ergebnis der Analyse der Ergebnisse von diesen Experimenten gedacht ist, dass ein bestimmtes Arzneimittel eine bestimmte vorteilhafte Wirkung erzeugt, dann muss das Feld selbst nicht geändert werden, um es zu erlauben, dass dieselbe Messung ausgeführt werden kann mit einer Ratte, welcher das Arzneimittel verabreicht wurde. Alles, was erforderlich ist, geändert zu werden, ist die Spezifikation derjenigen Icons, die verwendet werden z.B. als eine Referenz. Zum Beispiel können das tatsächliche Spannungsniveau und die Frequenz angepasst werden, um den verschiedenen elektrischen Ausgängen Rechnung zu tragen (z.B. Spannungsniveaus und verschiedene Pulsraten) zwischen Menschen und Ratten.

Weiterhin bedeutet die Fähigkeit, Felder beliebig zu erzeugen, dass die Vorrichtung in der Lage ist, die Beziehung oder Unabhängigkeit zwischen Signalen zu messen und auf diese Weise eine weitere Dimension zu den Ergebnissen hinzuzufügen, welche erzielt werden können. Zum Beispiel kann eine Herzrate korreliert werden mit oder multipliziert werden mit einer Beatmungsrate eines Patienten, um ein drittes Signal zu ergeben, das betrachtet werden soll als Signatursignal, welches ein Ergebnis darstellt, welches dem Benutzer wichtig ist. Viele solche Signale, selbst von gemischten Einheiten, können auf diese Weise assoziiert werden, falls nötig geeignet skaliert werden und dann verglichen werden mit vorher im Speicher gespeicherten Daten.

Dem Fachmann wird es offenkundig erscheinen, dass in dem oben beschriebenen System alle Funktionen integriert sind, die erforderlich sind für eine analoge Workstation. Bis zum heutigen Tag gab es noch kein vollständig integriertes Sys-

08-03-03

-25-

tem. Stattdessen gab es eine Vielfalt von partiellen Funktionen. Insbesondere stellen die folgenden Merkmale Komponententeile des integrierten Ganzen des wissenschaftlichen Emulators der bevorzugten Ausführungsform dar:

1. Ein Mehrzweck-/Mehrfunktions-Analogmodul, das eingibt/ausgibt digitale und analoge Signale und andere Funktionen.
2. Ein Echtzeit-Video, gleichzeitig sowohl in PAL oder Bildform- und Wellenformanzeigen, in bis zu 40 Fenstern auf einem Bildschirm sind verfügbar. Die oszillographischen Anzeigen (eine Art von Anzeige-Verfahrensweise) können Abtastraten in der Größenordnung von 25 KHz oder besser anzeigen.
3. Die Signalverarbeitung wird nicht gesteuert durch eine sequentielle syntaktische "Leitungssprache" im Prosastil (von Neumann), sondern durch einen einfach verstandenen und sofort verwendeten parallelen graphischen Compiler, der von Nicht-Programmierern verwendet werden kann.
4. Wellenformen und graphische Felder in Bildform werden sofort zu bestehenden PC- Werkzeugen transportiert, wie z.B. Wortprozessoren, Spreadsheets und "Offline"-Analysesoftware für die Berichterzeugung/Aufzeichnungen, etc.
5. Auf nicht-flüchtigen Speicher kann derart zugegriffen werden, dass er als "Quelle" von Daten dient, die zurückgeführt werden sollen in ein Feld für andere Ergebnisse. Ebenso ist das Korrelieren eines Wellenformmusters, das auf der Platte gespeichert ist, mit einer beliebigen ankommenden Wellenform möglich, um eine Gestaltdetektion zu erreichen (Template matching).

6. Netzwerkkompatibilität. Das System erlaubt es, dass seine verschiedenen Funktionen über ein Netzwerk verteilt sind. Das heißt, eine Speicherung kann ausgeführt werden in einem PC in einem Büro, oder Wellenformdaten können gespeichert werden in einem PC, um auf einem anderen angezeigt zu werden. Ebenso können Programme und Daten über das Netzwerk transportiert werden zu einem anderen ähnlichen wissenschaftlichen Instrumentenemulator zur Analyse. Die Daten und Programme sind verbunden oder "gebündelt" zur Netzwerkübertragung.
10. In der bevorzugten Ausführungsform nimmt das System die Form einer Signalverarbeitungsvorrichtung an, die eine Vielzahl von proprietärer Hardware und Software umfasst, die in einem IBM PC enthalten ist mit Datenerfassungsverstärkern, welche in Floppy-Disk-Schächten untergebracht sind und Prozessor-PCBs und Echtzeit-Videokarten, die aufgesteckt sind auf dem PC-Systembus. Die Vorrichtung in einer Konfiguration enthält zusätzlich 2 Mehrzweckprozessoren und weiter 2 Signalprozessoren. Diese kombinierten Prozessoren werden programmiert durch die Verwendung eines graphischen Compilers auf dem VGA-Bildschirm auf eine solche Weise, dass der PC-Host (betrieben bei etwa 3.000.000 Instruktionen pro Sekunde) das residente Vorrichtungssubsystem (betrieben bei etwa fünfzehn Millionen Instruktionen pro Sekunde) als eine Erweiterung seines Speichers ansieht. All die anderen Prozessoren sehen einander auch als Erweiterungen ihres eigenen Speichers. Auf diese Weise kann die Multitasking-Software mehrfache Prozessoren verwalten, wobei jeder Task auf den verschiedenen Prozessoren mit dem anderen Task/den anderen Tasks kommuniziert und/oder mit
20. Prozessor(en) durch Weitergeben von Zeigern in den gemeinsamen Speicher. Auf diese Weise wird keine besondere Kommunikationshardware oder software erforderlich. Der graphische Compiler, der ausführbaren Objektcode für das installierte Subsystem kompiliert, erlaubt den strengen Gebrauch von Mathematik, die so schnell verarbeitet wird, dass sie Echtzeit simuliert, wobei alle notwendigen
25. Verarbeitungsschritte innerhalb einer einzigen Abtastzeit durchgeführt werden.

Zusätzlich zu der funktionalen Zulänglichkeit des Programmierungssystems des graphischen Compilers ist das Programmsystem, das Icons benutzt, auf einer solchen Weise aufgebaut, dass kompilierte Icons selbst zusammengesetzt sein können aus einfachen Icons. Dies erlaubt, dass ein mathematischer Aufbau angewandt werden kann auf zwei Arten von Datenströmen, die bei der Verarbeitung vorkommen. Einer dieser Typen von Datenströmen ist der "erfasste Datenstrom" von dem Analog-zu-Digital-Umwandlungsprozess und der andere Typ ist ein "Ansteuerungsstrom". Ein Ansteuerungsstrom ist ein Signal, das erfasst wird von dieser Zwischenumwandlung und mit dem andere Signale, von denen gewünscht wird, dass sie angezeigt werden in einer Zeitbeziehung, oder es wird erzeugt von einer Zeitbasis, die in dem Feld aufgestellt ist. Am häufigsten wird der Ansteuerungsstrom erzeugt durch eine Verarbeitungsfunktion, wobei die Verarbeitung auf einem oder mehreren Kanälen ein Signal erzeugt, das Anzeigen ansteuern soll, eine Verarbeitung anzusteuern, wie z.B. eine Mittelwertbildung oder eine Speicherung anzusteuern. Im Allgemeinen ist es die komplexe Ansteuerungsfähigkeit des Systems, die vereinfacht durch den graphischen Compiler dargestellt ist, welches es erlaubt, dass Parameter akkumuliert werden, welche verschiedene Wellenformen oder Epochen von Wellenformen charakterisieren. Dies erlaubt deren Auswahl durch Experten, um einen Beispielsatz zu begründen.

#### INDUSTRIELLE ANWENDUNG

Die Kostengünstigkeit der Vorrichtung der bevorzugten Ausführungsform kann aus dem Folgenden in Betracht gezogen werden. Die Vorrichtung kann als irgendeine der folgenden Vorrichtungen oder als irgendeine Kombination der folgenden Vorrichtungen (oder Vielfachen davon), die zusammen in einem Feld angeordnet sind, arbeiten:



	VORRICHTUNG	KOSTEN AS
1)	4-Kanal-diagramm-Recorder (500 Hz/Kanal)	10.000
2)	FFT-Analysierer (1 Hz-20 KHz; max. 512 Punkte; 200 Analysen/sec.)	13.000
3)	Frequenzzähler (0,01% Genauigkeit; 0,01 Hz-10 MHz)	1.000
5)	3) Funktionsgenerator (Sinus-, Quadrat-, Rampen- und Dreieck-Wellenformen; 0,01 Hz - 2 MHz)	5.000
3)	Datenaufzeichnung (PC-basiert)	4.000
6)	Leistungsüberwacher (Volt x Spannung; isolierte Eingänge)	4.000
7)	2-Kanal-Übergangsreorder	3.500
10)	8) Elektrophysiologischen Überwacher (ECG, EEG, EMG, ERP)	20.000

Die obigen Ausrüstungsteile ergeben Kosten von etwa 60.500 AS, wohngegen  
der Wiederverkaufspreis eines wissenschaftlichen Instrumentenemulators gemäß  
der bevorzugten Ausführungsform, welcher in der Lage ist, die obigen Funktionen  
zu emulieren, in der Nähe von 15.000 AS liegt (unter der Annahme, dass der Be-  
nützer einen geeigneten Personal Computer besitzt, der sowohl die notwendige  
Hardware als auch die notwendige Software ablaufen lassen kann).

Weiterhin ist die große Anzahl paralleler Eingänge in dem integrierten System gut  
geeignet für das Studium und die Analyse paralleler Systeme, wie z.B. von Öko-  
systemen, Biosystemen, Maschinensystemen, etc.

Das Vorangegangene beschreibt lediglich eine Ausführungsform der vorliegenden  
Erfindung und Modifikationen, die dem Fachmann offensichtlich sind, können  
daran vorgenommen werden, ohne vom Schutzzumfang der vorliegenden Erfin-  
dung abzuweichen.

COPYRIGHT HINWEIS

Die Programmlisten, welche in den Anhängen I-IV enthalten sind, unterliegen dem Copyright, welches vom Anmelder gehalten wird, und sie dürfen nicht reproduziert werden in jeglicher Form ohne die ausdrückliche vorherige schriftliche Erlaubnis des Anmelders.

# ANHANG I

Code für Seiten.

Der folgende Code wird verwendet, um eine Seite zu bestimmen, in welcher der Benutzer die Parameter für einen gesteuerten Pulsgenerator bestimmt.

```

*****
AMLAB - Associative Measurement Laboratory
PULSE Icon Overlay Sheet
/
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <dir.h>
#include "library.h"
#include "pulsegen.h"
/
*****
Window Dimension Constants
*****
/
#define WINDOW_WIDTH 55
#define WINDOW_HEIGHT 21
#define USER_X_SIZE WINDOW_WIDTH
#define USER_Y_SIZE (WINDOW_HEIGHT - 1)
/
*****
PULSE Sheet Parameter Definition
*****
/
typedef struct
{
    ICON_PARAM IP;
    PULSE_ICON_PARAM PI;
    PULSE_SHEET PS;
} pulse_vars;

PULSE_SHEET pulse_vars =
{
    (ICON_PARAMETER_REC,
    1, sizeof(PULSE_SHEET), [0], sizeof(PULSE_ICON_PARAM)),
    1000, MAX_STATE_LEVEL, MIN_STATE_LEVEL, 0,
    POSITIVE_EDGE, 0, 0, NORMAL_TRIGGER
}

```

15-03-02

- 31 -

```
#####  
PULSE Sheet WINDOW Definition  
#####
```

```
#####  
PULSE sheet Variables  
#####
```

```
/* Local string Arrays: */  
char title[] = "PULSE GENERATOR SHEET";
```

```
/* ##### Sheet Title Definition ##### */  
TITLE pulse_sheet_title =
```

```
{  
  NULL,  
  -1,  
  BLACK, WHITE,  
  title,  
  NULL,  
  1,  
}
```

```
/* ##### Sheet Control Definition ##### */  
CONTROL pulse_sheet_control =
```

```
{  
  NULL,  
  -1,  
  WHITE, GREY,  
  LOGO,  
  0.0,  
  0, NULL,  
  0.0, 0.0,  
  0.0, 0.0,  
  1,  
}
```

```
/* ##### Edit Region Structure Definitions: ##### */
```

```
int check_duration(int);  
EDIT DEFN pulse_duration =  
{  
  UNSIGNED_INTEGER,  
  5,  
  BLACK, WHITE, WHITE, GREY,  
  0.0,  
}
```

00:00:00

-32-

```
"Pulse ON State Duration (Samples):"  
&pulse_vars.pa.duration;  
check_duration;  
NULL;  
};
```

```
int check_on_level(int);  
EDIT_DEFN pulse_on_level =  
{  
    INTEGER,  
    6,  
    BLACK,WHITE,WHITE,GREY,  
    0,0,  
    "Pulse State Levels (mV) - ON:",  
    &pulse_vars.pa.on_level,  
    check_on_level,  
    NULL,  
};
```

```
int check_off_level(int);  
EDIT_DEFN pulse_off_level =  
{  
    INTEGER,  
    6,  
    BLACK,WHITE,WHITE,GREY,  
    0,0,  
    "OFF:",  
    &pulse_vars.pa.off_level,  
    check_off_level,  
    NULL,  
};
```

```
int check_trigger_level(int);  
EDIT_DEFN pulse_trigger_level =  
{  
    INTEGER,  
    6,  
    BLACK,WHITE,WHITE,GREY,  
    0,0,  
    "Trigger Level (mV):",  
    &pulse_vars.pa.trigger_level,  
    check_trigger_level,  
    NULL,  
};
```

00-03-02

```
int check_edge(int);
EDIT_DEFN pulse_trigger_edge =
```

```
{
  CHAR,
  BLACK WHITE I WHITE GREY,
  0.0,
  "Edge (+..):",
  &pulse_vars.pa.edge,
  check_edge,
  NULL,
};
```

```
int check_slew(int);
EDIT_DEFN pulse_trigger_slew =
```

```
{
  UNSIGNED_INTEGER,
  S,
  BLACK WHITE I WHITE GREY,
  0.0,
  "Slew (mV/mS):",
  &pulse_vars.pa.slew,
  check_slew,
  NULL,
};
```

```
int check_mode(int);
EDIT_DEFN pulse_trigger_mode =
```

```
{
  CHAR,
  MAX TRIG MODE,
  BLACK WHITE I WHITE GREY,
  0.0,
  "Mode (SINGLE SWEEP NORMAL)",
  &pulse_vars.pa.trigger_mode,
  check_mode,
  NULL,
};
```

```
/* ##### Sheet Region Definitions ##### */
SCREEN_REGION pulse_sheet_regions[] =
```

```
EDIT_CLASS,
```

08.03.02

34

4.2.0.0;  
&pulse\_duration;

EDIT\_CLASS;  
4.5.0.0;  
&pulse\_on\_level;

EDIT\_CLASS;  
28.7.0.0;  
pulse\_off\_level;

EDIT\_CLASS;  
9.10.0.0;  
&pulse\_trigger\_level;

EDIT\_CLASS;  
12.12.0.0;  
&pulse\_trigger\_edge;

EDIT\_CLASS;  
12.14.0.0;  
&pulse\_trigger\_slew;

EDIT\_CLASS;  
4.17.0.0;  
&pulse\_trigger\_mode;  
1;

#define NR\_REGIONS (sizeof(pulse\_sheet\_regions)/  
size\_t)(SCREEN\_REGION))

##### PULSE Sheet Window Definition #####

AMWINDOW pulse\_sheet\_window[] =

{  
0.0.0.0,  
(VIRTUAL\_MAX\_X/2),(VIRTUAL\_MAX\_Y/2),  
WINDOW\_WIDTH,WINDOW\_HEIGHT,  
0.0,  
BLACKWHITE,  
NULL,  
NULL,  
NULL,  
&pulse\_sheet\_title,

030300

&pulse\_sheet\_control  
0:NULL  
NR\_REGIONS,pulse\_sheet\_regions  
1:

##### Error Messages #####  
ERROR\_MSG pulse\_sheet\_errors[] = {

1 RANGE\_ERROR

Pulse Duration Error\n\nThe Pulse \\  
Duration specified is Invalid\n\nValid range is from 1 to 65535 samples

2 RANGE\_ERROR

ON State Level Error\n\nThe ON state \\  
level specified for the pulse is Invalid\n\nValid Range is -10000 to 10000 mV

3 RANGE\_ERROR

OFF State Level Error\n\nThe OFF state \\  
level specified for the pulse is Invalid\n\nValid Range is -10000 to 10000 mV

4 RANGE\_ERROR

Trigger Level Error\n\nThe Trigger \\  
level specified is Invalid\n\nValid Range is -10000 to 10000 mV

5 RANGE\_ERROR

Edge Error\n\nThe Trigger Edge \\  
specified is Invalid\n\nValid Edges are + or -

6 RANGE\_ERROR

Trigger Mode Error\n\nThe Mode \\  
specified is Invalid\n\nValid Modes are SINGLE SWEEP or NORMAL

7 RANGE\_ERROR

Slew Rate Error\n\nThe Slew \\  
rate specified is Invalid\n\nValid Range is 0 to 10000 mV/ms



08-03-02

-36-

```
/*
*****
**** PULSE Sheet Definition ****
*****
*/
```

```
SHEET
    pulse_sheet =
    {
        pulse_sheet_window,
        &pulse_vars.p,
        pulse_sheet_errors
    };
```

```
/* Local Save Area of Global Variable Pointer */
GLOBAL_VARS global_variables;
```

```
*****
***** PULSE Sheet Handler *****
*****
```

```
/*
SHEET
    *pulse_sheet_handler(GLOBAL_VARS global)
    {
        /* preset the global variables static */
        global_variables = global;
```

```
        return(sheet_handler(global, USER_X_SIZE, USER_Y_SIZE,
                                NR_REGIONS, &pulse_sheet, pulse_sheet_regions));
    }
}
```

```
*****
***** Check Duration ***** (C)
*****
```

```
/*
int check_duration(int checkpoint)
{
    return(check_range(checkpoint, &pulse_vars.p, duration,
                        MAX_UNSIGNED, 1, 0));
}
*/
```

etc...

05-13-00

# ANHANG II

## Compiler-Elemente:

Der folgende Code stellt ein Beispiel dar des Compiler-Elements, welches für einen gesteuerten Pulsgenerator verwendet wird.

```

*****
*/
Pulsegen Icon Compiler Overlay
*****
*/
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "compiler.h"
#include "library.h"
#include "comms86.h"
#include "pulsegen.h"
*****
Local Definitions
*****
*/
void init_trigger_params(PULSE_ICON_PARAM *)
{
    *****
    Pulse Process
    *****
    */
#define NR_PULSE_INPUTS 1
#define NR_PULSE_OUTPUTS 1

    /* I/O Buffer Lists */
    unsigned int pulse_input_ids[NR_PULSE_INPUTS] = {1};
    unsigned int pulse_output_ids[NR_PULSE_OUTPUTS] = {0};

    /* Cell Parameters. */
    struct PULSE_struct pulse_param;

    /* Processes in this Icon. */
    struct proc_type pulse_proc =
    {
        NULL, /* the next process defined */
        PULSE, /* the cell required */
        pulse_input_ids, /* array of input buffer numbers */
        pulse_output_ids, /* array of output buffer numbers */
        &pulse_param /* array of the initial values of the cells parameters */
    }
}

```

00000000

= 38 =

```
0 /* the base xdrum address of variables for this cell */
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
2529
2530
2531
2532
2533
2534
2535
2536
2537
2538
2539
2540
2541
2542
2543
2544
2545
2546
2547
2548
2549
2550
2551
2552
2553
2554
2555
2556
2557
2558
2559
2560
2561
2562
2563
2564
2565
2566
2567
2568
2569
2570
2571
2572
2573
2574
2575
2576
2577
2578
2579
2580
2581
2582
2583
2584
2585
2586
2587
2588
2589
2590
2591
2592
2593
2594
2595
2596
2597
2598
2599
2600
2601
2602
2603
2604
2605
2606
2607
2608
2609
2610
2611
2612
2613
2614
2615
2616
2617
2618
2619
2620
2621
2622
2623
2624
2625
2626
2627
2628
2629
2630
2631
2632
2633
2634
2635
2636
2637
2638
2639
2640
2641
2642
2643
2644
2645
2646
2647
2648
2649
2650
2651
2652
2653
2654
2655
2656
2657
2658
2659
2660
2661
2662
2663
2664
2665
2666
2667
2668
2669
2670
2671
2672
2673
2674
2
```

03.03.02

- 37 -

```
#define NR_INTERCONNECT_IDS (sizeof(int_interconnect_ids)/
                             sizeof(unsigned int*))
```

```
unsigned int *ext_input_ids[] =
{
    &trig_input_ids[0]
};
```

```
#define NR_EXT_INPUT_IDS (sizeof(ext_input_ids)/
                          sizeof(unsigned int*))
```

```
unsigned int *ext_output_ids[] =
{
    &pulse_output_ids[0]
};
```

```
#define NR_EXT_OUTPUT_IDS (sizeof(ext_output_ids)/
                           sizeof(unsigned int*))
```

```
/* PULSEGEN Dsp System Configuration */
ICON_CONFIG pulse_config =
{
    2, /* nr_processes */
    &trigger_proc, /* process list */
    0, /* nr_raw */
    NULL, /* raw list */
    0, /* nr_screen */
    NULL, /* screen list */
    0, /* nr_virtual */
    NULL, /* virtual list */
    NR_INTERCONNECT_IDS, /* number of int interconnect ID's */
    int_interconnect_ids,
    NR_EXT_INPUT_IDS, /* number of external input ID's */
    ext_input_ids,
    NR_EXT_OUTPUT_IDS, /* number of external output ID's */
    ext_output_ids,
    NULL, /* Overlay Struct */
    NULL, /* Icon parameter key */
    NULL, /* next_proc */
    NULL, /* next_raw */
    NULL, /* next_scrn */
    NULL, /* next_virt */
    NULL, /* next_icon */
};
```

SUBSTITUTE SHEET

03.03.02

```

.....
Request Block Size
.....
*/
unsigned int mem_block_size = 0;

.....
Pulsegen Descriptor Handler
.....
*/
void *pulsegen(GLOBAL_VARS *gv, void *mem_block, ICON_PARAM
*ip)
{
PULSE_ICON_PARAM *pip;

/* Check for memory block request */
if (mem_block == NULL)
return(&mem_block_size);

/* Index pulse icon parameters */
pip = (PULSE_ICON_PARAM *) &ip[1];

/* Set the pulse state levels */
pulse_param.WIDTH_PU = pip->duration;
pulse_param.HIGH_PU = calc_AD_val(pip->on_level);
pulse_param.LOW_PU = calc_AD_val(pip->off_level);

/* Set the Trigger Cell Variables */
init_trigger_params(pip);

/* Return Configuration Pointer */
return(&pulse_config);
}

.....
Init Trigger Params
.....
*/
void init_trigger_params(PULSE_ICON_PARAM *pip)
{
/* Transfer the level parameter */
trigger_params.THRESH = calc_AD_val(pip->trigger_level);

/* Preset trigger width */
}

```

15.03.12

47

```
trig_params.WINSTH = 1;
```

```
/* Transfer the Slew Parameter */  
trig_params.SLEWTH = pip->slew;
```

```
/* Preset Dead Period */  
trig_params.DEADTH = 0;
```

```
/* Transfer the Trigger Edge Setting */  
if (pip->edge[0] == POSITIVE_EDGE)  
    trig_params.POSTTH = FLAG_POS_EDGE;  
else  
    trig_params.POSTTH = FLAG_NEG_EDGE;
```

```
/* Transfer the One Shot Status */  
if (strcmp(pip->trigger_mode, SINGLE_SWEEP_TRIGGER) == 0)  
    trig_params.ONESTH = FLAG_ONE_SHOT;  
else  
    trig_params.ONESTH = FLAG_CONTINUOUS;
```

# ANHANG III

## Zellen-Code

Der folgende Code wird verwendet, um den Pulsgenerator auf dem DSP-Chip zu implementieren. Er ist geschrieben in TMS320-Assembler-Code.

### Cell PULSE

#### Synopsis

- This cell generates a pulse once every time a trigger occurs.
- It has one input which is a trigger stream.
- It has one output which is the pulse train produced.

The cell has the following functioning:

```

read in the trigger buffer
for each point in the buffer:
    if waiting for the trigger to go high:
        if trigger is high:
            change state to 1
            reset pulse width counter
        else if trigger is low:
            change to state 0
        if (count > 0):
            count--
            output = high
        else output = low
finish the cell
    
```

IDT PULSE  
COPY WHERELIB

05-03-00

-43-

## SYSTEM VARIABLES

REF	RG1	WORKING REGISTERS
REF	RG2	
REF	RG3	
REF	ONE	THE NUMBER ONE
REF	BUFSIZ	THE SIZE OF BUFFERS
REF	I	A COMMONLY USED LOOP COUNTER
REF	FRESH	THE ALLOC BASE PTR
REF	ZERO	ZERO

## SYSTEM CALLS

REF	ENDCEL	THE END OF THIS CELL
-----	--------	----------------------

## LIBRARY ROUTINES

REF	READCH	READ IN A CHANNEL
-----	--------	-------------------

## THIS CELL'S VARIABLES

REF	TRIGPU	INPUT. THE CELL'S TRIGGER INPUT.
REF	OUTSPU	OUTPUT. THE CELL'S OUTPUT.
REF	BUFFPU	TEMP ARRAY. USED TO BUFFER POINTS.
REF	STATPU	STATIC STATE OF TRIGGER DETECTION.
REF	WIDTPU	PARAM. WIDTH OF PULSE



000000

1-44

REF HIGHPU  
REF LOWSPU  
REF COUNPU

PARAM HIGH PULSE LEVEL  
PARAM LOW PULSE LEVEL  
STATIC THE NUMBER OF POINTS  
LEFT IN THE PULSE

CONSTANTS

COPY CASPDEF

PULSE  
INPUTS  
TRIGPU  
OUTPUTS  
OUTSPU

DEF PULSE

PULSE

read in the trigger buffer

LARK AR0:BUFEPU  
LAC TRIGPU  
SACL RGI  
CALL READCH

for each point in the buffer:  
for (i=0; i<buf\_size; i++)

LAR AR0:BUFSIZ  
LARK AR1:BUFEPU  
LAC OUTSPU  
ADD ONE,1  
SACL RGI  
SXRAM RGI

LINE UP WITH DATA

000000

PULSFI      BANY PULSCI

B      ENDCEL  
PULSCI

if trigger is high:

READ IN THE TRIGGER

LARP ARI  
LAC \*+0 ARO  
BZ      ELSE1

if waiting for the trigger to go high:

LAC STATPU  
BNZ DOOUT

change state to 1.  
reset pulse width counter.

LAC ONE  
SACL STATPU  
LAC WIDTPU  
SACL COUNPU  
B      DOOUT

else change to state 0

ELSE1 ZAC  
SACL STATPU

if (count > 0):

DOOUT      LAC COUNPU  
BLEZ ELSE2

count--  
output = high

SUB ONE  
SACL COUNPU

000000

16

WXDRAM HIGHPU  
B PULSF1

else output = low.

NOP  
ELSE WXDRAM LOWSPU  
B PULSF1

finish the cell

END

05-03-03

# ANHANG IV

## DSP-System-Code:

Der folgende Code implementiert das System, welches von DSPs in einer ANELAB-Umgebung verwendet wird:

### MODULE SYSTEM

#### SYNOPSIS

DUE TO THE PERFORMANCE REQUIREMENTS OF THE TMS320 IT IS NECESSARY TO IMPLEMENT EACH PROCESSING ELEMENT AS A CELL IN A INTERPRETER TYPE SITUATION. AN EXPLANATION OF THIS INTERPRETER FOLLOWS. NO ATTEMPT TO EXPLAIN WHY THINGS ARE DONE THE WAY THEY ARE IS GIVEN HERE AS THESE CAN BE FOUND IN THE ACCOMPANYING SPECIFICATIONS.

#### DEFINITION OF TERMS

- CELL** A PROCESSING ELEMENT. THE TOTAL PROCESSING TO BE DONE IS BROKEN DOWN INTO MODULES THAT ARE EASY TO IMPLEMENT.
- EVENT** AN EVENT IS SOMETHING THAT HAPPENS. IT MAYBE INTERNAL TO THE SYSTEM SUCH AS A BEAT IS PROCESSED TO A CERTAIN LEVEL OR EXTERNAL SUCH AS AN INTERRUPT. THIS EXECUTIVE IS AN EVENT-DRIVEN ONE IN THAT IT IS EVENTS WHICH ULTIMATELY DETERMINE WHICH SEQUENCES ARE RUN AND IN WHAT ORDER.
- SEQUENCE** A PRE-DETERMINED ORDER IN WHICH CELLS ARE RUN.
- ACTIVE** THE ACTIVE CELL IS THE CELL CURRENTLY BEING EXECUTED OR ABOUT TO BE EXECUTED.
- CCB** A CELL CONTROL BLOCK. THIS CONTAINS ALL THE

05-13-02

RELEVANT INFORMATION ABOUT A CELL NEEDED BY THE SYSTEM

ENDSCEL THE ROUTINE WHICH TIES UP AFTER A CELL RELINQUISHES CONTROL, FINDS THE NEXT CELL IN THE SEQUENCE, AND INSTALLS THAT CELL

DESCRIPTION OF THE SYSTEM

- THE SYSTEM COULD IN BROAD TERMS BE DESCRIBED AS AN
- INTERPRETER. CELL 0 IS THE HIGHEST LEVEL OF PROCESSING
- IN THE SYSTEM. IT DETERMINES WHICH SEQUENCES
- WILL BE RUN BASED ON THE INFORMATION CONTAINED IN THE
- STATUS. SEQUENCES IN TURN ARE COMPOSED OF CELLS. CELL
- 0 RUNS A SEQUENCE. THE SYSTEM TAKES THAT SEQUENCE
- AND RUNS EACH CELL IN TURN. INDIVIDUAL CELLS CAN
- CHANGE THE STATUS TO INDICATE TO CELL 0 WHAT IS THE
- RESULTS OF ITS PROCESSING. FURTHER MORE CELLS ARE ABLE
- TO ABORT THE CURRENT SEQUENCE WHICH RETURNS
- CONTROL TO THE CELL 0. CELL 0 IS DIFFERENT TO THE OTHER
- CELLS IN THAT IT ALWAYS SAVES A RETURN ADDRESS BEFORE
- RELINQUISHING CONTROL. THIS IS BECAUSE CELL 0 IS NEVER
- COMPLETED. RELINQUISHING CONTROL FREQUENTLY, AND
- RESTARTING WHERE IT LEFT OFF THIS ALLOWS US TO
- IMPLEMENT A MACRO LEVEL PROGRAM IN CELL 0, COMPOSED
- OF SEQUENCES WHICH IN TURN ARE COMPOSED OF CELLS.
- SEQUENCES ARE REFERENCED BY THE SEQUENCE REFERENCE
- LIST, WHICH FOR EASE OF PROGRAMMING EXISTS AT THE
- BOTTOM OF EXTERNAL DATA RAM. EACH MEMBER IN
- THIS LIST POINTS TO A SEQUENCE LIST. EACH SEQUENCE LIST
- MEMBER IS A POINTER TO CELL CONTROL BLOCK. EVERY
- SEQUENCE HAS A SEQUENCE LIST. EACH CONSECUTIVE
- CELL IN A SEQUENCE IS POINTED TO BY A CONSECUTIVE
- MEMBER IN THE SEQUENCE LIST
- A CELL IS RESTORED BY LOADING INTERNAL DATA MEMORY
- WITH THE CELL'S STATIC VARIABLES. THESE ARE POINTED TO
- BY A MEMBER OF THE CCB. THE CELL'S START ADDRESS IS
- ACCESSED BY USING THE CELLID. ANOTHER MEMBER OF THE
- CCB, AS AN OFFSET TO A LOOK UP TABLE STORED IN PROGRAM
- MEMORY CALLED THE CSASB. A CELL IS SAVED BY THE
- REVERSE PROCESS. THE FINAL ELEMENT OF A CCB IS A
- CONSTANT. A CONSTANT IS A STATIC VARIABLE THAT DOES

NOT CHANGE ITS VALUE AND HENCE DOES NOT NEED TO BE  
STORED AWAY.

IDENT SYSTEM  
COPY WHERE LIB

### STATIC VARIABLES USED BY THE SYSTEM

REF	CCBSP	A POINTER TO THE CURRENTLY ACTIVE CCB
REF	CURSSQ	A POINTER TO THE CURRENTLY ACTIVE SEQUENCE
REF	ONE	
REF	TABLE	A POINTER TO THE VARIABLES TABLE IN IORAM
REF	RG1 RG2	
REF	CSASB	THE CELL ADDRESS BLOCK
DEF	ABORT	LET OUTSIDE TASKS KNOW ABOUT THE ROUTINES
DEF	ABORTI	
DEF	ENDCEL	
DEF	RUN	

### CONSTANTS USED BY THE SYSTEM

REF	CELVAR	THE START OF A CELL'S VARIABLES IN INTERNAL RAM
REF	CCCCB	THE ADDRESS OF CELL0 CCB

THE SYSTEM ENTRY POINT. THIS IS ONLY USED ON START

UP

03:03:03

\*\*\*\*\*  
DEF SYSTEM  
PSEG;  
SYSTEM: B ABORT: SYSTEM ENTRY POINT  
\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
SAVE THE ENVIROMENT OF THE CURRENT CELL  
\*\*\*\*\*

SAVE RXDRAM RG2 CCBSET  
RXDRAM TABLE

RXDRAM RG1

RXDRAM RG1

LAR AR0 RG1

LAR AR1 CELVAR

SXRAM TABLE

LARP 0  
BANZ SAVELP

B SAVRET

SAVELP

LARP 1  
WXDRAM AR0

BANZ SAVELP

SAVRET

RET  
\*\*\*\*\*

READ IN THE CELL ID  
READ IN THE CURRENT  
CELLS VARIABLE TABLE  
READ IN THE NUMBER OF  
INSTALLED VARIABLES  
READ IN THE NUMBER OF  
STORED VARIABLES.

SET UP THE POINTER TO  
THE VARIABLES.

ARP=0  
IF THERE ARE ANY MORE  
VARIABLES SAVE THEM.

WRITE OUT THE NEXT  
VARIABLE  
ARE THERE ANY MORE

\*\*\*\*\*  
RESTORE THE ENVIROMENT OF THE CURRENT CELL  
\*\*\*\*\*

000002

RESTOR

RXDRAM RG2CCBSPT  
RXDRAM TABLE

READ IN THE CELL ID  
READ IN THE CURRENT  
CELLS VARIABLE TABLE  
ADDR.

RXDRAM RG1

READ IN THE NUMBER OF  
VARIABLES

LAR AR0RG1

LAR AR1CELVAR

SET UP THE POINTER TO  
THE VARIABLES

SXRAM TABLE

LARP 0

BANZ RESTLP

ARP = 0  
IF THERE ARE ANY MORE  
VARIABLES SAVE THEM

B RESRET

RESTLP

LARP 1  
RXDRAM AR0

WRITE OUT THE NEXT  
VARIABLE  
ARE THERE ANY MORE?

BANZ RESTLP

RESRET

LACKB CSASB

FIND THE RETURN  
ADDRESS FROM THE CSASB  
THE CELLS ID  
READ IN THE RETURN  
ADDRESS

ADD RG2  
TBLR RG1

LAC RG1

PUSH

RET

PUSH IT ONTO THE STACK  
AND GO THERE



080000

\*\*\*\*\*

ABORT THE CURRENTLY ACTIVE SEQUENCE AND RETURN TO  
CELL 0 THIS ROUTINE SHOULD BE BRANCHED TO

\*\*\*\*\*

ABORT  
CALL SAVE  
SAVE THE ENVIROMENT OF THE  
CURRENTLY ACTIVE CELL  
ABORT  
LACB CCBCE  
SET THE CCB POINTER TO CELL 0  
CCB  
SACL CCBSEPT  
B RESTOR AND RESTORE CELL 0

\*\*\*\*\*

END THIS CELL AND INSTALL THE NEXT ONE IN THE  
SEQUENCE THIS ROUTINE SHOULD BE BRANCHED TO

\*\*\*\*\*

ENDCEL  
CALL SAVE  
SAVE THE ENVIROMENT OF THE  
LAST CELL  
FIND THE ADDRESS OF THE NEXT CELL IN THE SEQ  
RXDRAM CCBSEPT CURSSQ  
LAC CURSSQ  
ADD ONE  
SACL CURSSQ  
INCREMENT THE SEQ POINTER  
B RESTOR  
INSTALL THE NEXT CELL

000000

\*\*\*\*\*  
 THIS ROUTINE IS ONLY EVER CALLED BY CELL 0. IT  
 STARTS OFF A NEW SEQUENCE.  
 \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
 RUN R0DRAM CURSSQ RGIRG1 CONTAINS THE SEQUENCE  
 NUMBER WHICH IS A  
 DIRECT OFFSET TO THE  
 SEQUENCE POINTER.  
 GET THE RETURN ADDRESS  
 POP  
 SACL RG2  
 LACKB CSASB AND WRITE IT OUT TO THE FIRST  
 LOCATION IN THE  
 TBLW RG2 CSASB  
 B. ENDCEL AND PERFORM ENDCEL WHICH  
 WILL SAVE THE ENVIROMENT OF  
 CELL 0 AND THEN INSTALL THE FIRST CELL IN THE SEQUENCE  
 \*\*\*\*\*

PEND.

692 32 869 6-08  
Associative Measurement PTY. LTD.

06. März 2003  
S 17755 EP/DE A1/Sn/bb

### Ansprüche

1. Wissenschaftlicher Instrumentenemulator, aufweisend:  
einen Computer (1) mit einem Speicher (3), der mit einem Prozessor (2) gekoppelt ist;  
ein multifunktionales Eingangs-/Ausgangs-Signalmodul (6), welches zu-  
mindest einen analogen Signaleingang (7) mit Digitalisierungsmitteln (37)  
hierzu verbunden und zumindest einen Signalausgang (8) aufweist und  
konfigurierbar ist mit Bezug auf zumindest eine Abtastfrequenz des analo-  
gen Signaleingangs (7);  
eine Videoanzeige (10), die mit einem Videoanzeigengenerator (50) gekop-  
pelt ist, wobei der Videoanzeigengenerator (50) mit dem Prozessor (2) ge-  
koppelt ist;  
ein Bibliotheksprogramm, das in dem Speicher (3) gespeichert ist, wobei  
das Bibliotheksprogramm eine Mehrzahl von Instrumentationseinheiten  
aufweist, wobei jede geeignet ist, auf der Videoanzeige (10) angezeigt zu  
werden, und jede eine vorbestimmte Signalverarbeitungsfunktion aufweist;  
ein Set-Up-Programm, das in dem Speicher (3) gespeichert ist und durch  
den Prozessor (2) ausgeführt wird, um einem Benutzer zu erlauben, aus-  
gewählte Instrumentationseinheiten miteinander zu verbinden, um ein Feld  
von miteinander verbundenen Instrumentationseinheiten zu bilden, wobei  
eine Abtastfrequenz für das multifunktionale Eingangs-/Ausgangs-  
Signalmodul (6) spezifiziert ist, wobei das Set-Up-Programm Signalfück-  
führungsverbindungen in dem Feld ermöglicht, wobei das Feld einen Aus-  
gang aufweist, der zumindest einem der folgenden zugeführt wird: der Vi-  
deoanzeige, dem multifunktionalen Eingangs-/Ausgangssignalmodul (6)  
und dem Speicher (3); und

ein graphisches Compiler-Programm, das in dem Speicher (3) gespeichert ist und durch den Prozessor (2) ausführbar ist bei Vollendung des Set-Up-Programms, um ein wissenschaftliches Instrumentationsemulationsprogramm zu kreieren, um eine Gesamt-Signalverarbeitungsfunktion des Feldes von ausgewählten verbundenen Instrumentationseinheiten auszuführen, wobei das graphische Compiler-Programm in der Lage ist, Signale rückkopplung in dem Feld aufzulösen und eine Sequenz zu bilden in dem Emulationsprogramm der vorbestimmten Signalverarbeitungsfunktionen der Instrumentationseinheiten, die jede auszuführen ist einmal zwischen sukzessiven Samples eines Eingangssignals, das erhalten wird unter Verwendung des multifunktionalen Eingangs-/Ausgangssignalmoduls, wobei das Emulationsprogramm Operationen aufweist, die gemäß der spezifizierten Abtastfrequenz konfiguriert sind, zum Abtasten des Eingangssignals, um einen Datenstrom von dem multifunktionalen Eingangs-/Ausgangssignalmodul (6) zu schaffen;

eine Instrumentenemulationsunteranordnung, die gekoppelt ist mit dem Prozessor (2), dem Speicher (3) und dem Videoanzeigengenerator, wobei die Instrumentenemulationsunteranordnung direkt verbunden ist mit dem multifunktionalen Eingangs-/Ausgangs-Signalmodul, wobei die Instrumentenemulationsunteranordnung aufweist:

einen zweiten Prozessor zum Ausführen des wissenschaftlichen Instrumentenemulationsprogramms, um kontinuierlich die Gesamt-Signalverarbeitungsfunktion auszuführen, derart, dass jedes Sample des Datenstroms von sukzessiven Samples verarbeitet wird während einer einzelnen Sample-Zeit, um eine Felddarstellung des wissenschaftlichen Instrumentenemulators zu produzieren, bevor ein sukzessives Sample des Eingangssignals erhalten wird durch das multifunktionale Eingangs-/Ausgangssignalmodul (6);

wobei zumindest eine einer Mehrzahl von Operationen durchgeführt wird, wobei die Mehrzahl von Operationen jede von Anzeigen der Felddarstellung auf der Videoanzeige (10) in Echtzeit, Speichern der Felddarstellung in dem

Speicher (3) und Bereitstellen der Felddausgabe zu dem Signalausgang des multifunktionalen Eingangs-/Ausgangssignalmoduls (6) in Echtzeit umfaßt.

2. Wissenschaftlicher Instrumentenemulator gemäß Anspruch 1, bei welchem die Instrumentationseinheiten jede repräsentiert sind durch ein entsprechendes Icon, welches geeignet ist, auf der Videoanzeige angezeigt zu werden während des Betriebs des Set-Up-Programms, wobei jede gewünschte Instrumentationseinheit ausgewählt werden kann, die angeordnet ist in und verbunden ist mit anderen Instrumentationseinheiten in dem Feld.

3. Wissenschaftlicher Instrumentenemulator gemäß Anspruch 2, bei welchem das Feld eine Datensignal-Rückkopplungsschleife aufweist, die zwischen einem Ausgang einer der Instrumentationseinheiten und einem Eingang einer der Instrumentationseinheiten verbunden ist.

4. Wissenschaftlicher Instrumentenemulator gemäß Anspruch 1, bei welchem das multifunktionale Eingangs-/Ausgangssignalmodul einen zusätzlichen Signalausgang aufweist zur Verbindung mit externer Hardware und welcher verfügbar ist als ein Echtzeit-elektrisches Signal, welches geeignet ist, die externe Hardware zu bedienen oder zu triggern.

5. Wissenschaftlicher Instrumentenemulator gemäß Anspruch 4, bei welchem das multifunktionale Eingangs-/Ausgangssignalmodul sowohl analoge als auch digitale Signalausgänge aufweist.

6. Wissenschaftlicher Instrumentenemulator gemäß Anspruch 4, bei welchem die Felddausgabe, die in dem Speicher gespeichert wird, verfügbar ist für nachfolgende graphische Manipulation und/oder Tabulation durch den Computer.

03.03.02

24

7. Wissenschaftlicher Instrumentenemulator gemäß Anspruch 1, bei welchem die Instrumentenemulations-Prozessoranordnung des Weiteren einen Videogenerator aufweist, der mit dem zweiten Prozessor verbunden ist, zum Bereitstellen einer anzeigbaren Repräsentation der Felddausgabe, bevor ein nachfolgendes Sample erhalten wird.
8. Verfahren zum Bestimmen der Ausführungsreihenfolge vorbestimmter Signalverarbeitungselemente in einem Computer, der eine Zentralverarbeitungseinheit (2) und einen elektronischen Speicher (3) aufweist, um in Echtzeit eine mathematische/Signalverarbeitungsfunktion eines emulierten Instruments zu implementieren, welches zumindest eine wiederholt abgetastete Signaleingabe aufweist, um davon eine Signalausgabe zu bilden, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:
10. Anwenden eines Set-Up-Programms, welches in dem Speicher (3) gespeichert wird und durch die Zentralverarbeitungseinheit (2) ausgeführt wird, um einem Bediener zu erlauben, ausgewählte Instrumentationseinheiten miteinander zu verbinden, wobei eine Abtastfrequenz für ein multifunktionales Eingangs-/Ausgangssignalmodul (6) spezifiziert wird, wobei das Set-Up-Programm Rückkopplungsverbindung in dem Feld ermöglicht, wobei
15. das Feld einen Ausgang aufweist, welcher zumindest einem der folgenden zugeführt wird: einer Videoanzeige (10), dem multifunktionalen Eingangs-/Ausgangssignalmodul (6) und dem Speicher (3), wobei jede der Instrumentationseinheiten eine mathematische/Signalverarbeitungsfunktion aufweist;
20. Kreieren eines wissenschaftlichen Instrumentenemulationsprogramms unter Verwendung eines Compiler-Programms, welches in dem Speicher (3) gespeichert wird und durch die Zentralverarbeitungseinheit (2) bei Vervollständigung des Set-Up-Programms ausführbar ist, wobei das wissenschaftliche Instrumentenemulationsprogramm die Gesamt-Signalverarbeitungsfunktion des Feldes ausgewählter verbundener Instrumentationseinheiten ausführt.
- 30.

Bestimmen einer Ausführungsreihenfolge der mathematischen/Signalverarbeitungsfunktion mit den folgenden Schritten:

Repräsentieren der Funktion als eine Sequenz elementarer mathematischer Schritte, die ihrerseits repräsentierbar sind unter Verwendung vordefinierter Signalverarbeitungselemente und

Anordnen der vorbestimmten Signalverarbeitungselemente in der Sequenz für sequentielle Ausführung innerhalb der Zeit zwischen sukzessiven Samples und Beginnen mit der zumindest einen abgetasteten Signaleingabe,

wobei der Bestimmungsschritt hierdurch ein Feld von Instrumentationseinheiten bildet, welches die Gesamtschaltungsmathematische/Signalverarbeitungsfunktion aufweist,

Ausführen der Gesamt-Signalverarbeitungsfunktion, derart, dass jedes Sample des zusammenhängenden Datenstroms verarbeitet wird während einer einzelnen Abtastzeit, um eine Feldausgabe der gesamt-mathematischen/Signalverarbeitungsfunktion zu produzieren, bevor ein sukzessives Sample des Eingangssignals erhalten wird durch das multifunktionale Eingangs-/Ausgangssignalmodul (6);

Repräsentieren der Gesamtschaltungsmathematischen/Signalverarbeitungsfunktion als eine Sequenz von Ereignissen, die darstellbar sind als vorbestimmte Signalverarbeitungselementereignisse,

Anordnen der vorbestimmten Signalverarbeitungselementereignisse in der Sequenz für sequentielle Ausführung, beginnend mit der zumindest einen abgetasteten Feldsignaleingabe, wobei eine bestimmte Rechnerzeit der vorbestimmten Signalverarbeitungselemente gesichert wird durch Ausführen jedes der vorbestimmten Signalverarbeitungselemente einmal zwischen sukzessiven Samples, wobei das Verfahren in der Lage ist, Datensignal-Rückkopplung in dem Feld von Instrumentationseinheiten aufzulösen;

Anzeigen der Feldausgabe auf der Videoanzeige (10) in Echtzeit.

Speichern der Feldausgabe in dem Speicher (3); und  
Bereitstellen der Feldausgabe an den Signalausgang des multifunktionalen  
Eingangs-/Ausgangssignalmoduls in Echtzeit.

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, bei welchem ein Parameter des funktionalen Blocks spezifiziert werden kann.
10. Verfahren gemäß Anspruch 8, bei welchem das Feld zumindest eine Datensignal-Rückkopplungsschleife umfasst, in welcher ein Ausgang von einer der Instrumentationseinheiten verbunden ist, um einen Eingang von einer der Mehrzahl von Instrumentationseinheiten zu bilden, und ein ursprüngliches Ergebnis eines entsprechenden der ausführbaren Ereignisse in der Sequenz ausführbarer Ereignisse verwendet wird in einer wiederholten Ausführung eines früheren Ereignisses, um ein modifiziertes Ergebnis des entsprechenden einen der ausführbaren Ereignisse von einer vorherigen Abtastperiode zu erzeugen.



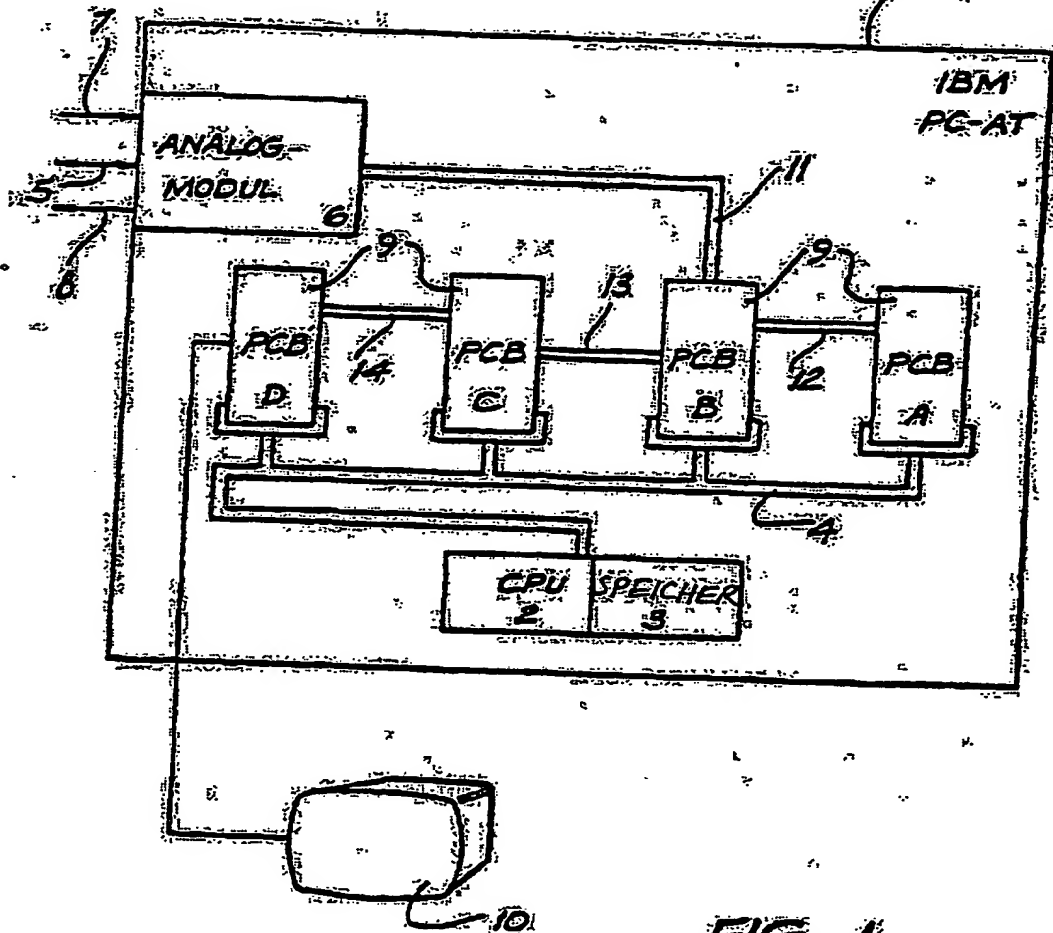


FIG. 1

00-03-02

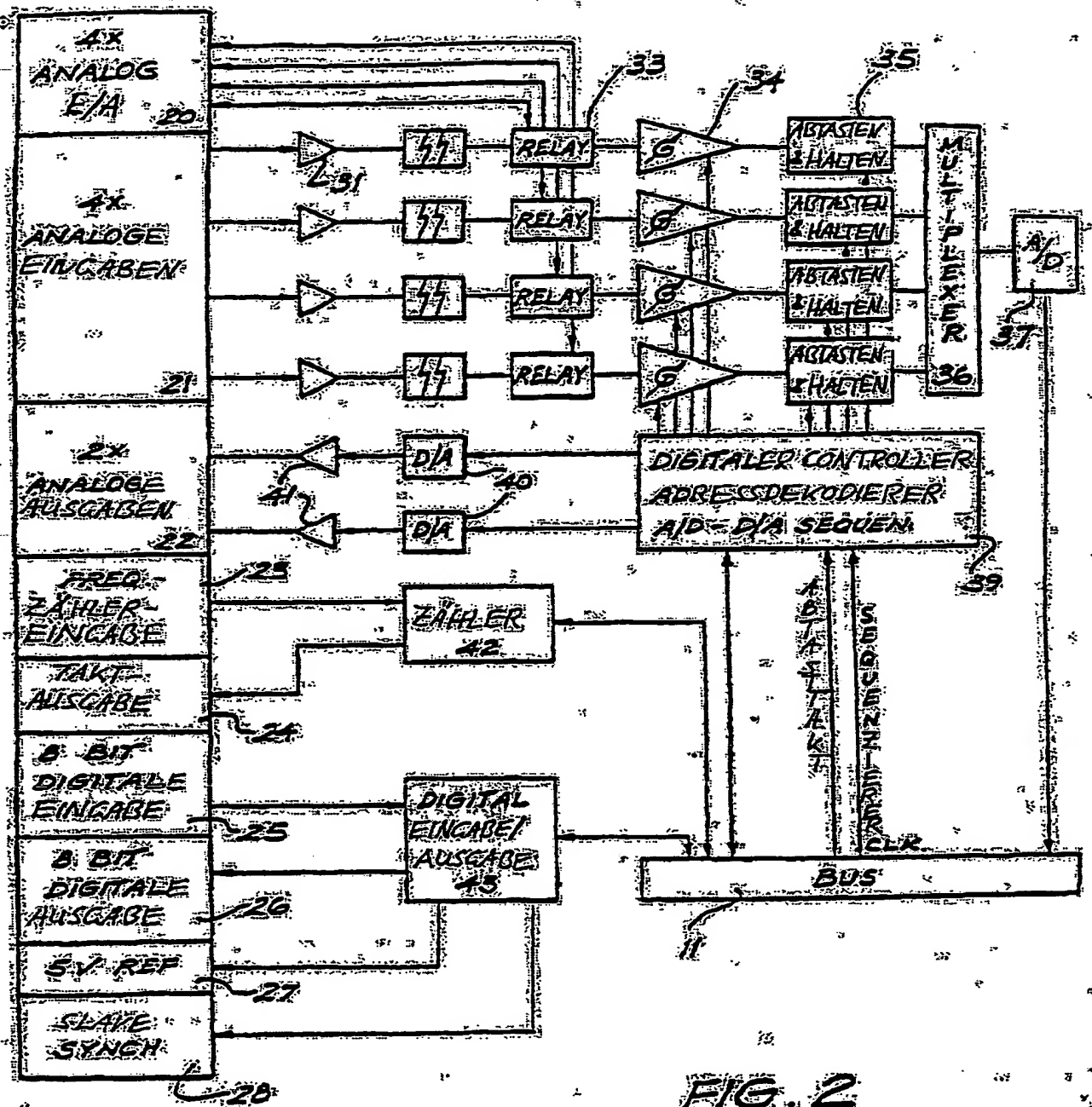


FIG. 2

00-000000

3/15

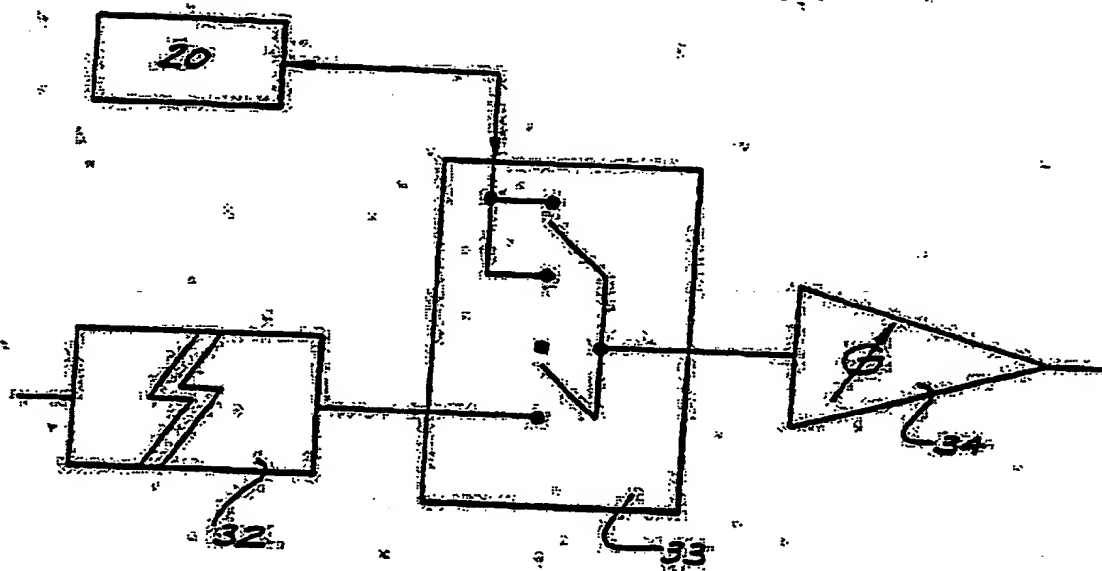


FIG. 3

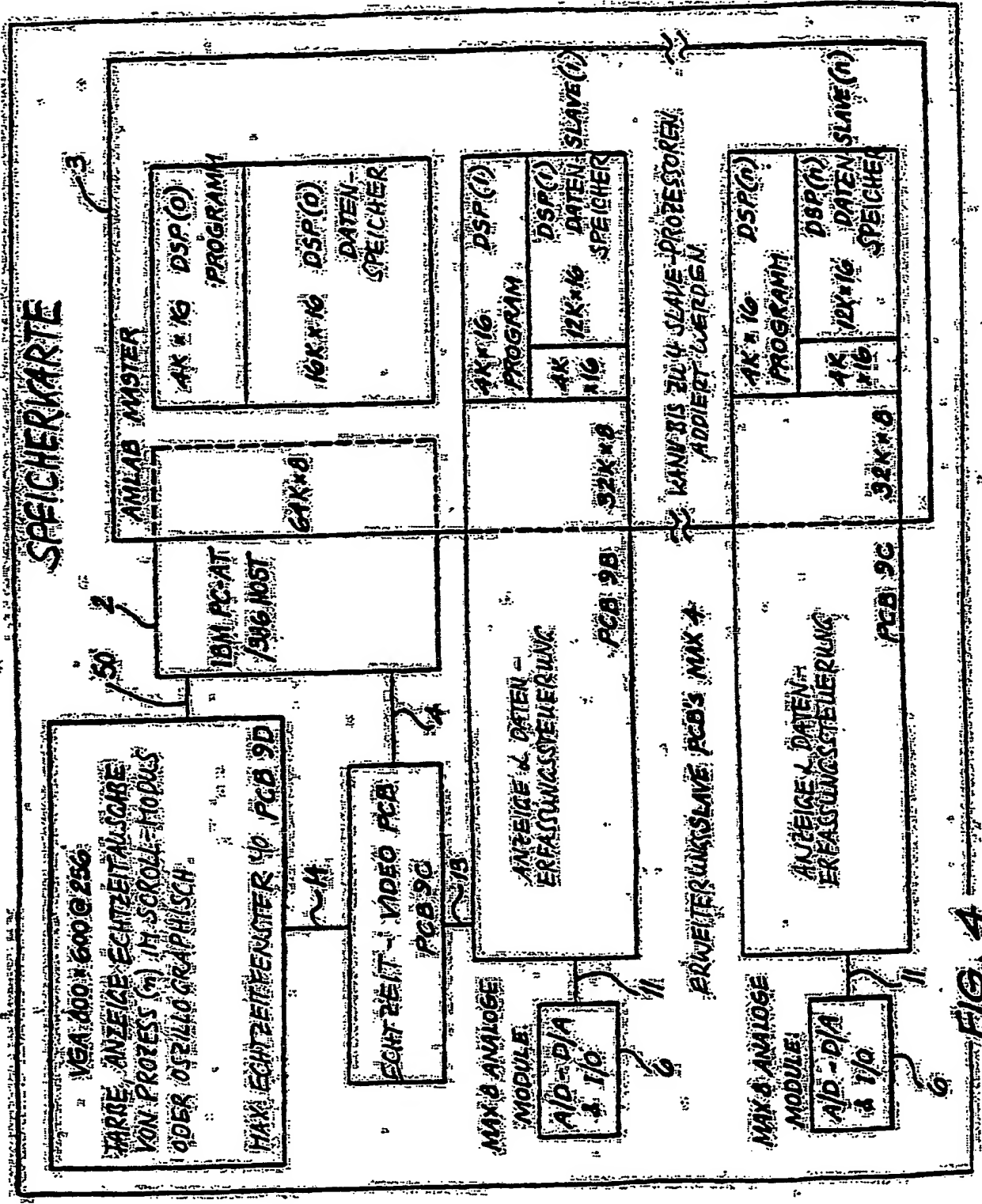


FIG. 4

13-03-02

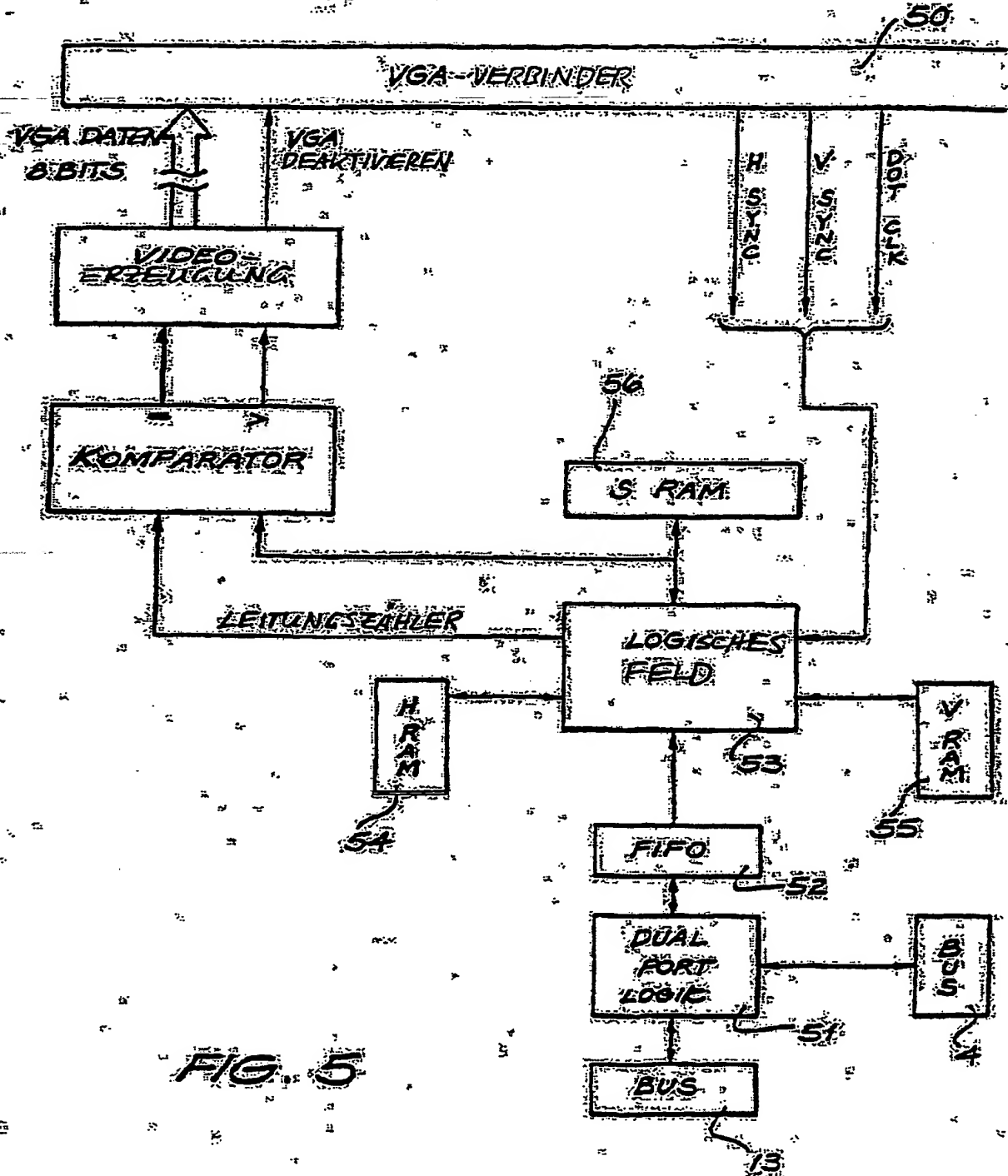


FIG. 5

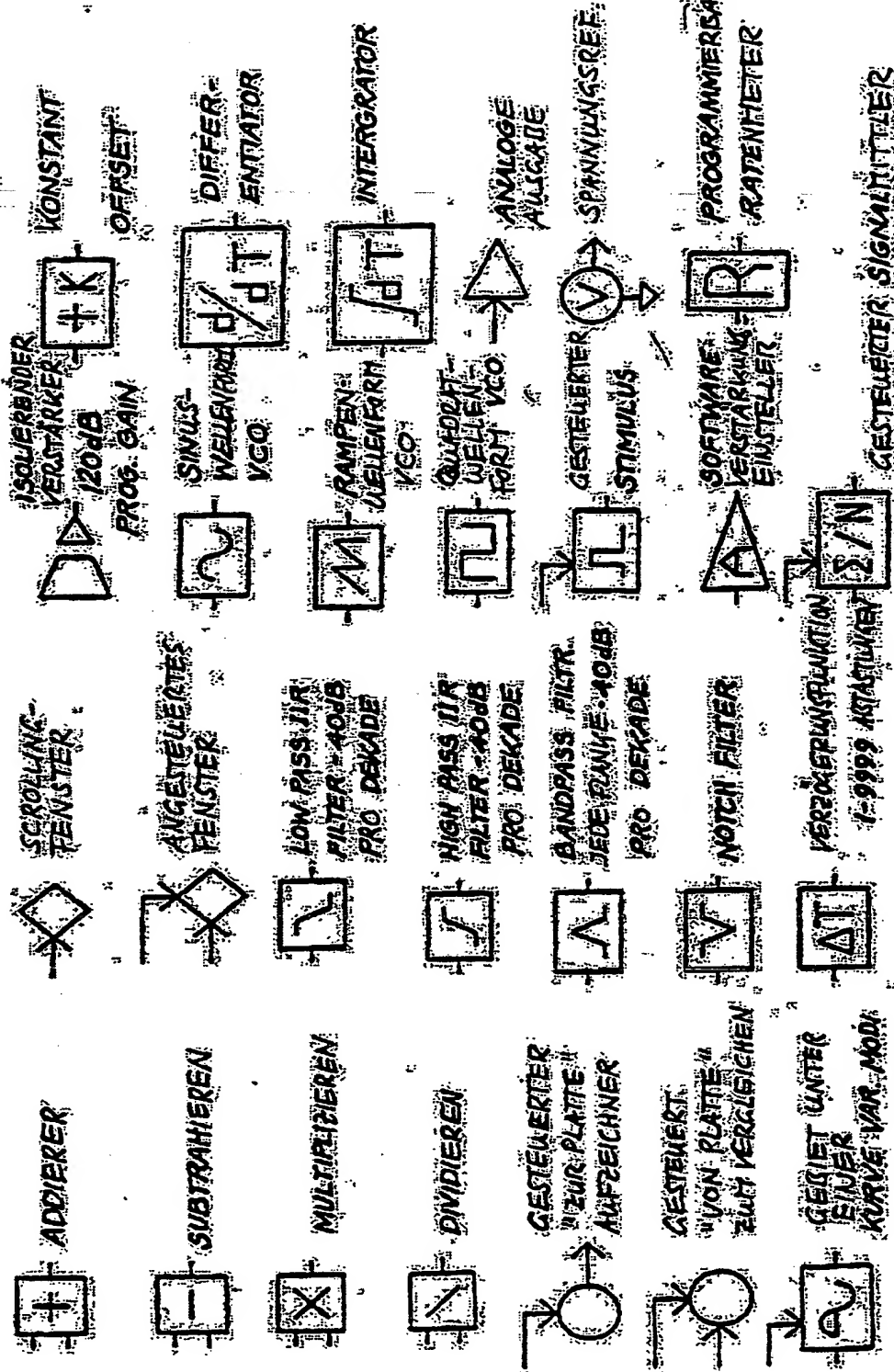


FIG. 6

7/45

000000

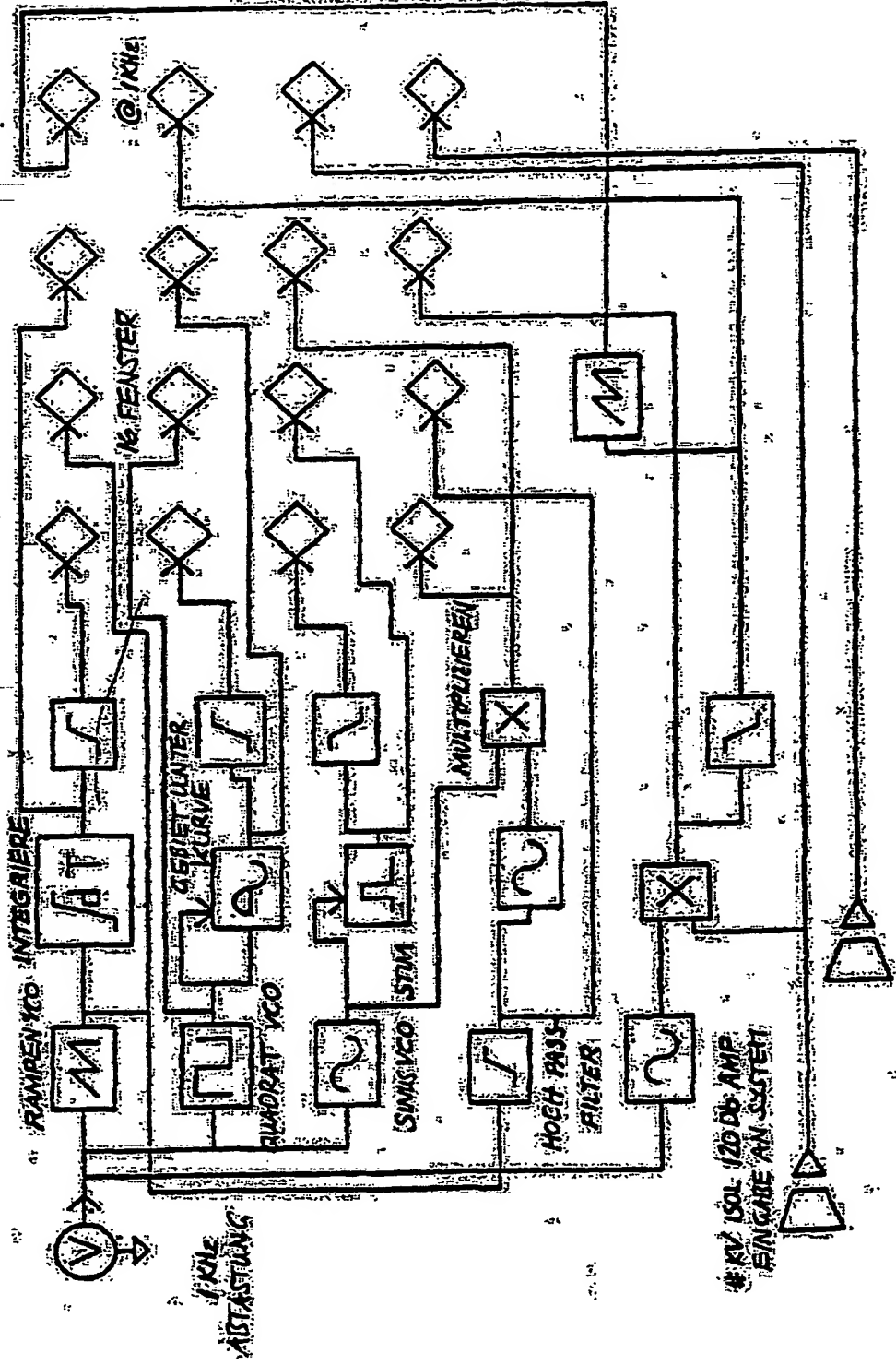


Fig. 7

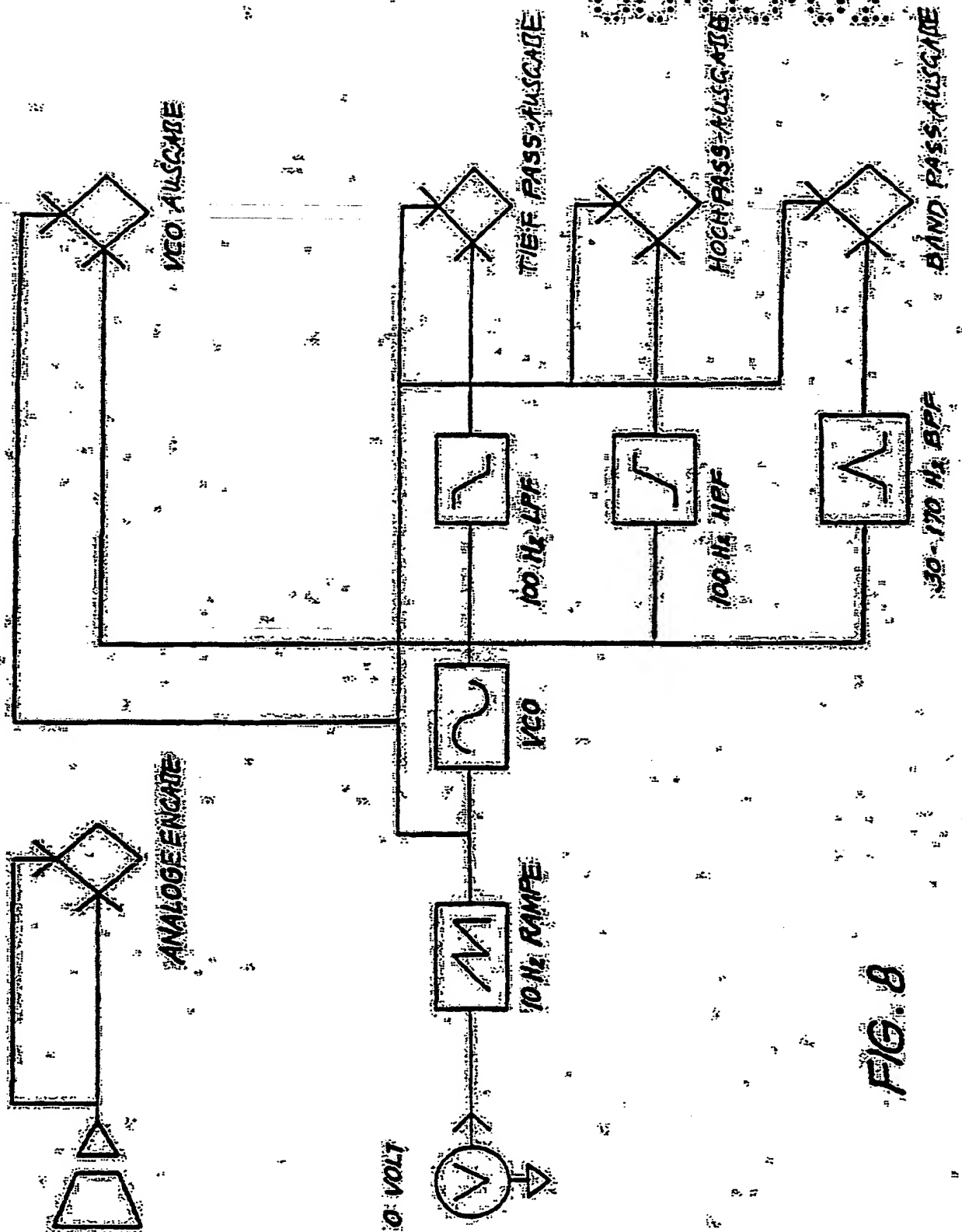


FIG. 8



08.03.02

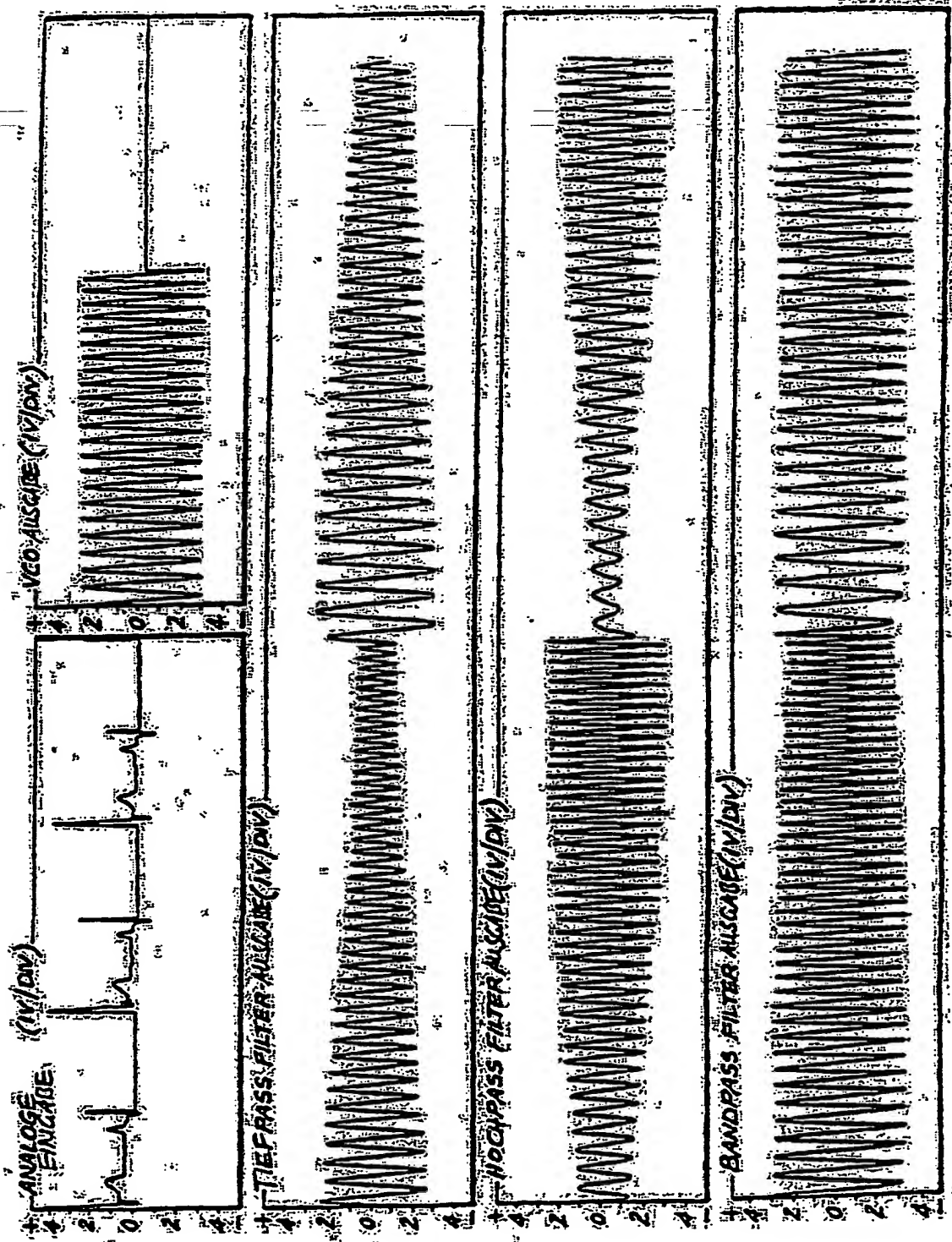
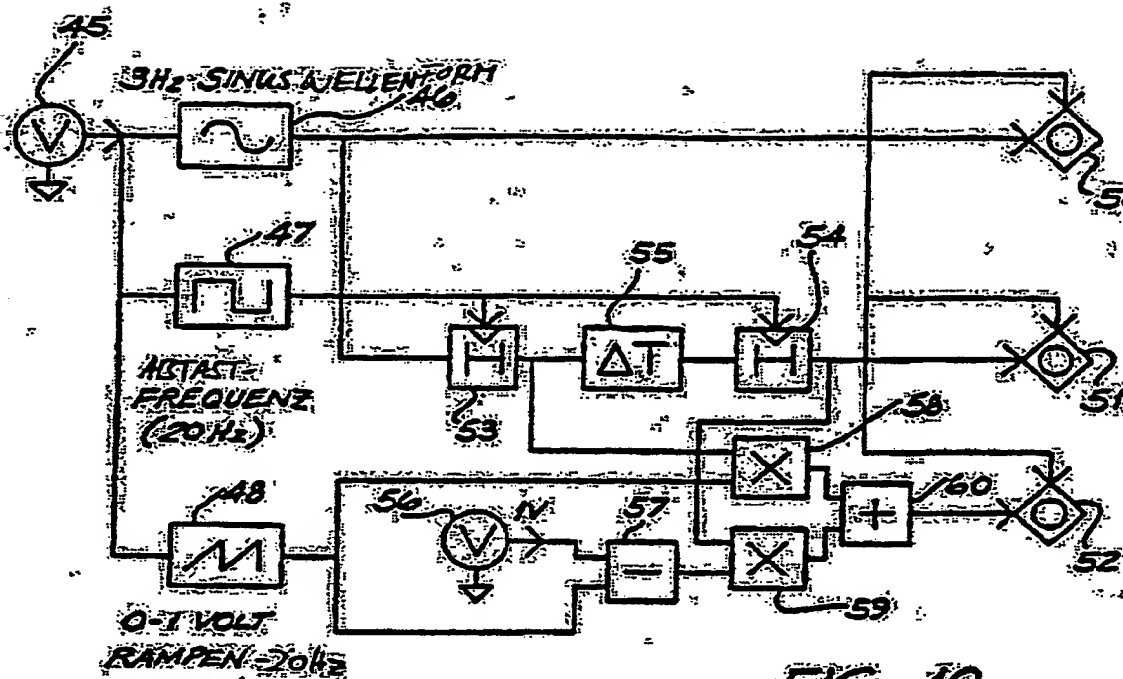
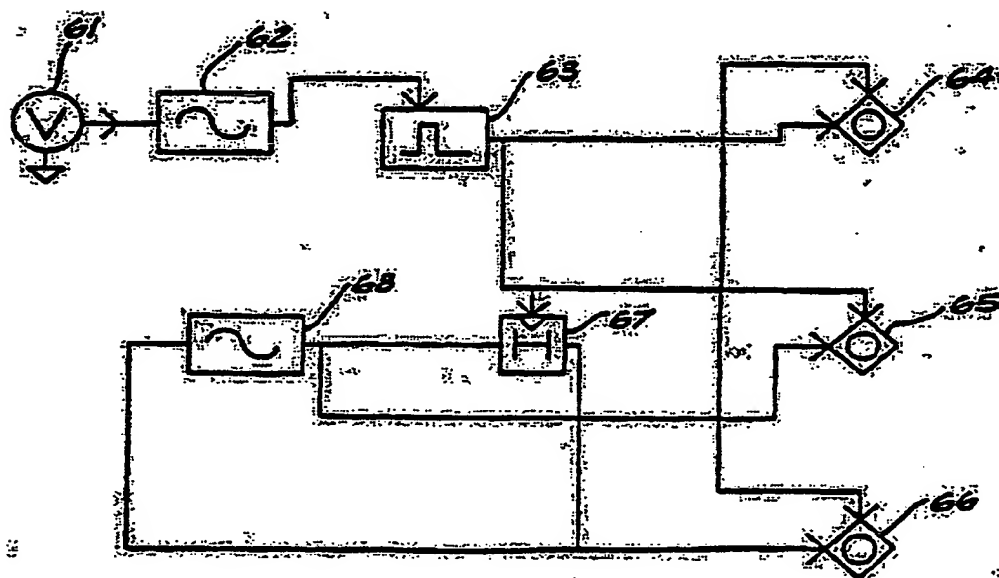


FIG. 9

06-03-00



**FIG. 10**



**FIG. 12**

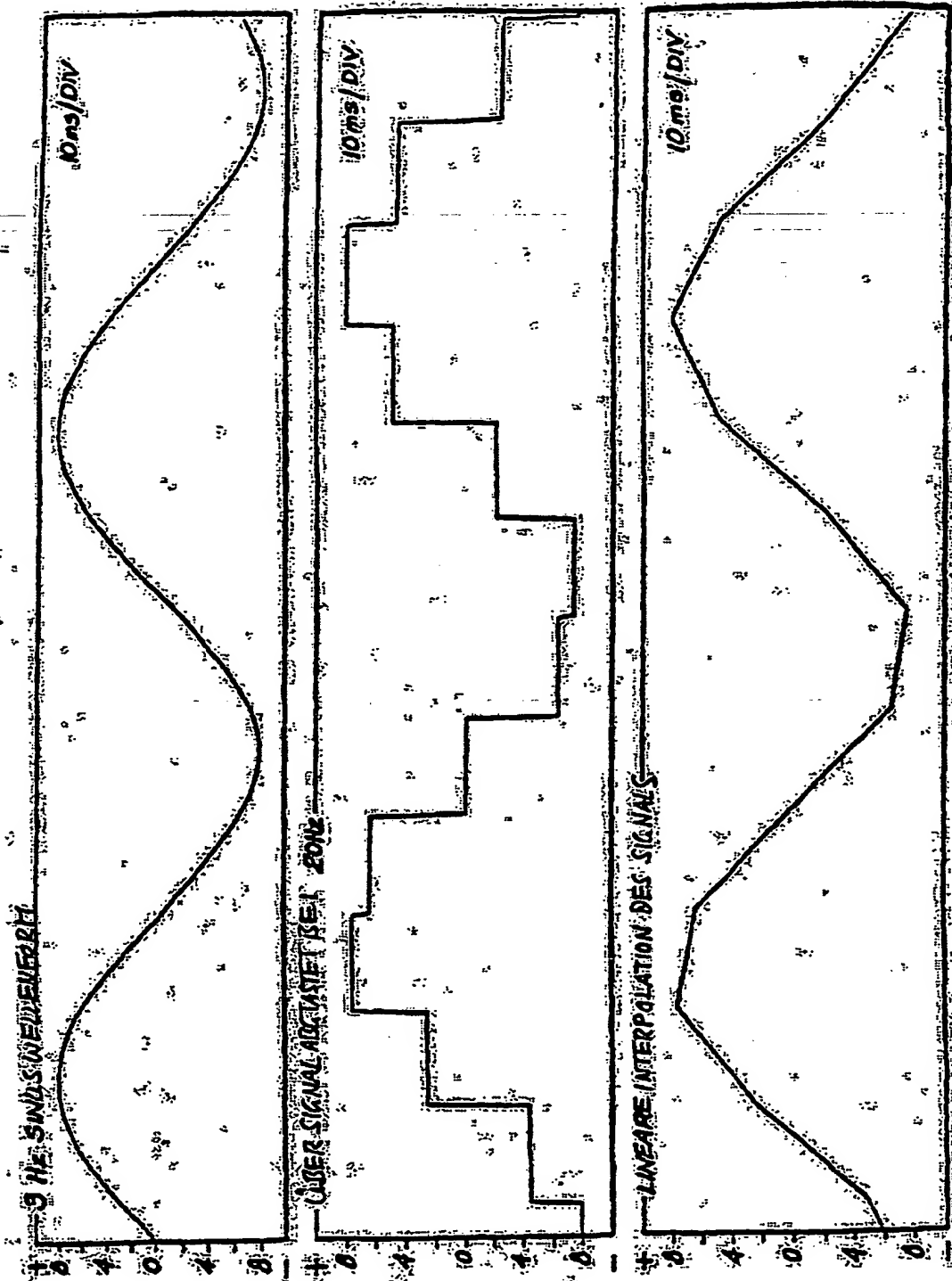


FIG. II

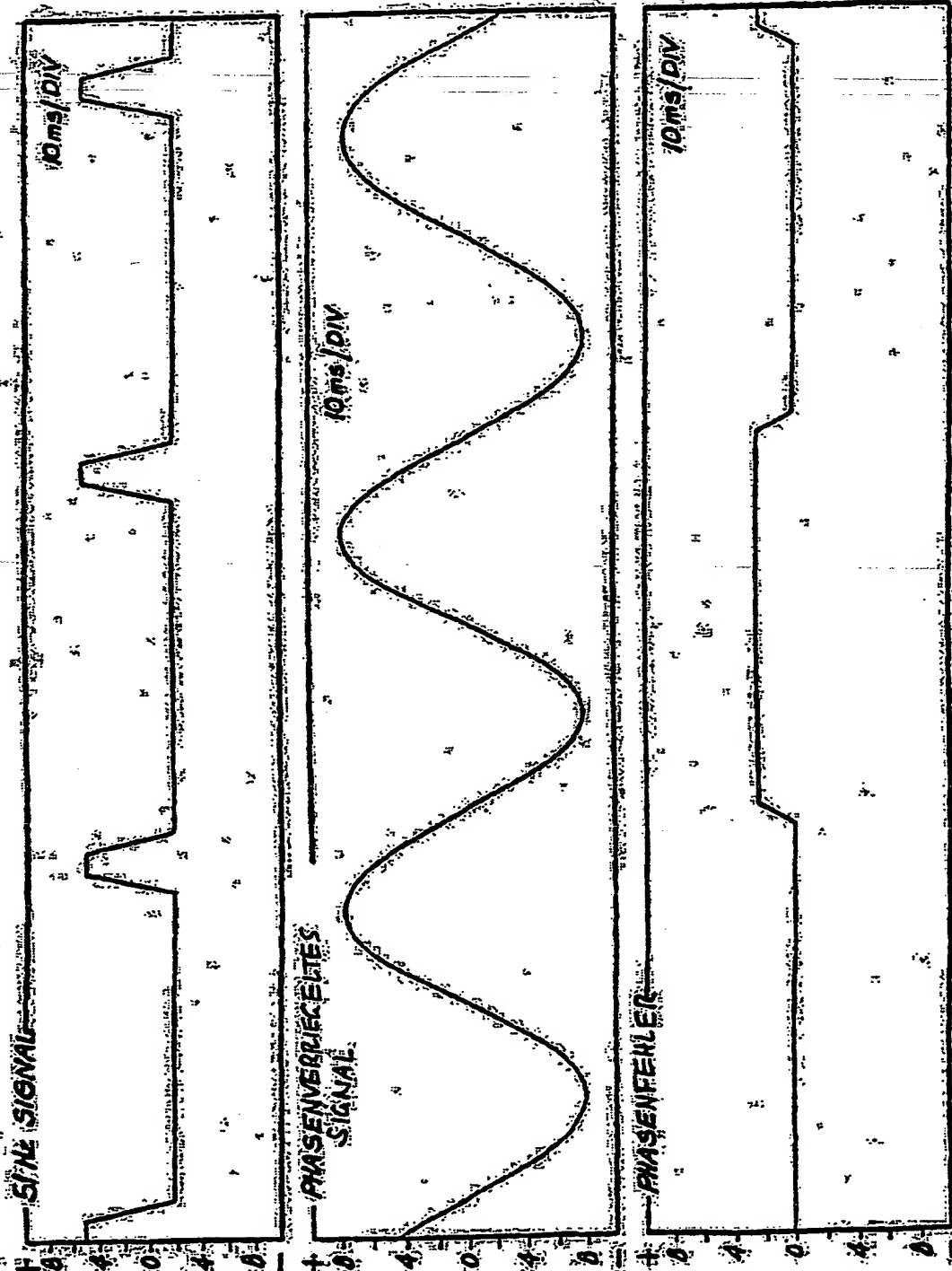


FIG. 13

10/15

0.0000

03 03 03

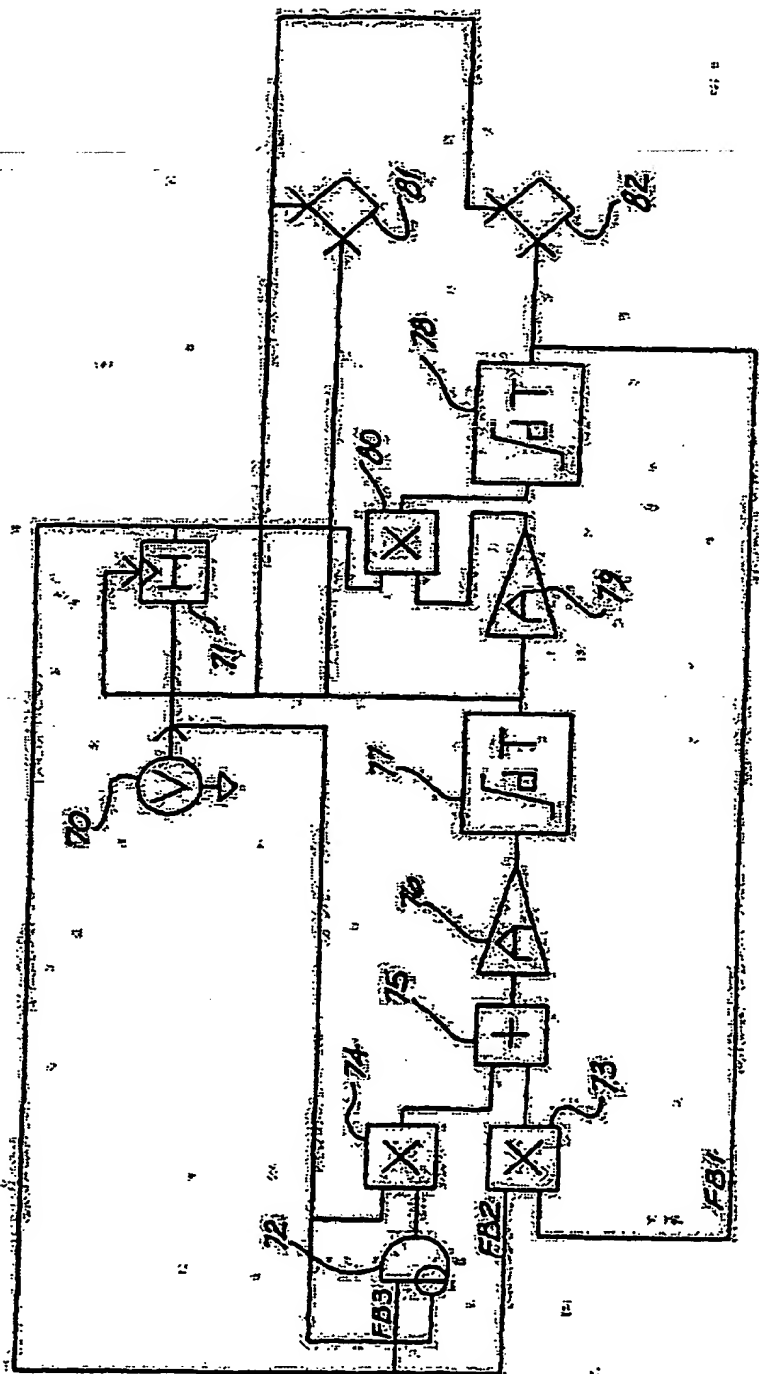


FIG. 1A

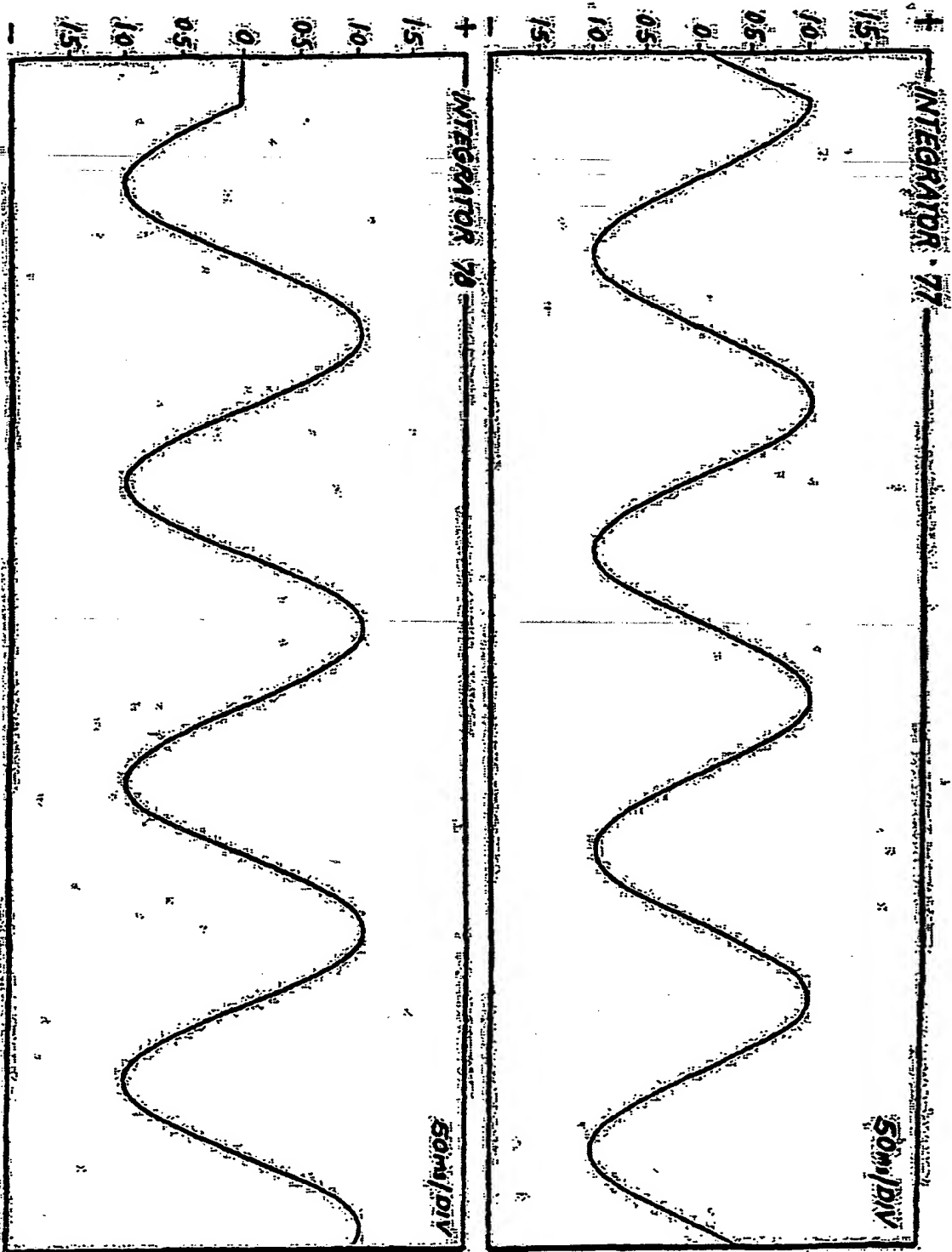


FIG. 15

00000000

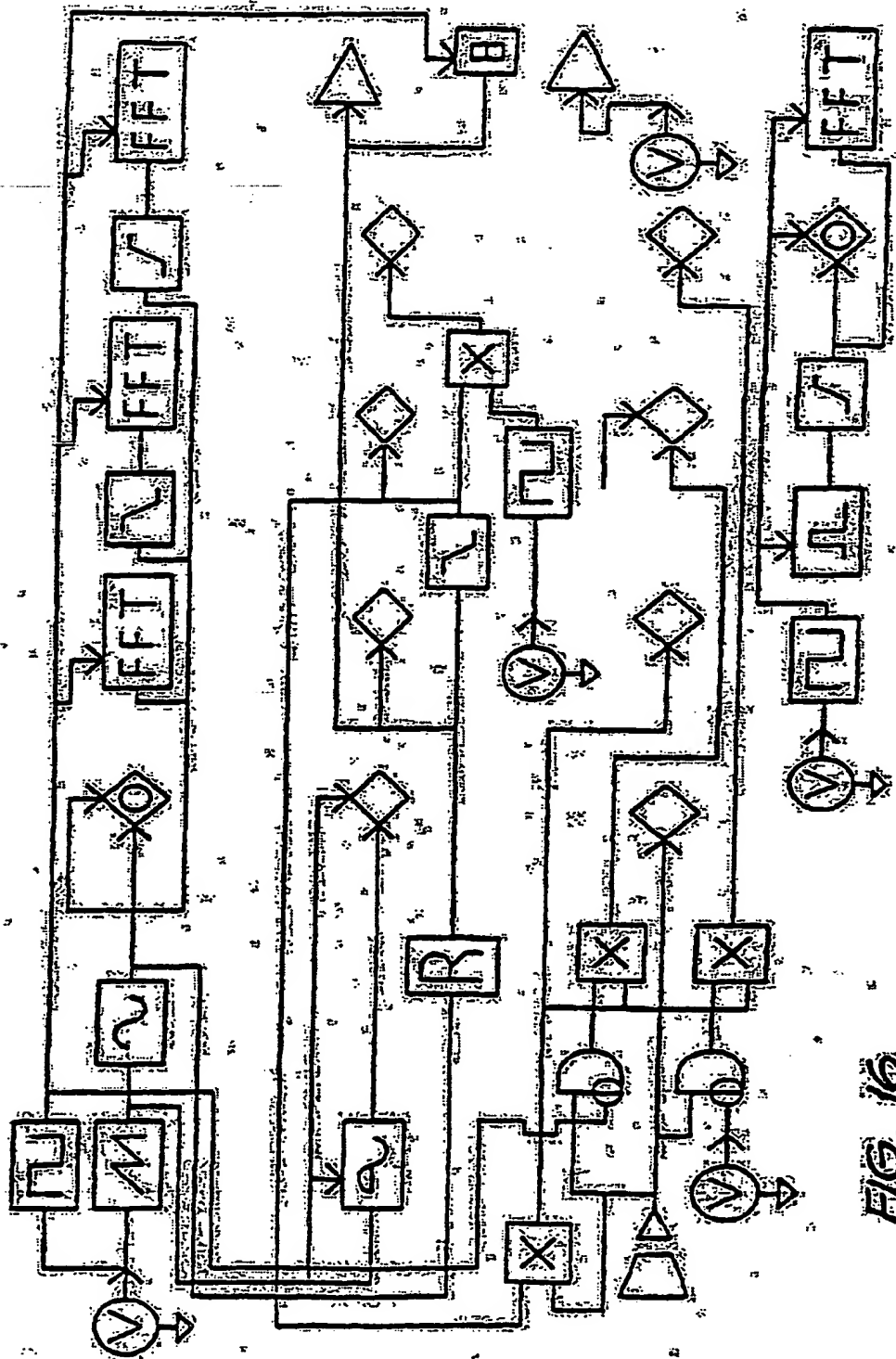


FIG. 16

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**